



**Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft**

Jahrbuch 1988

VERLAG ERICH GOLTZE GMBH & CO. KG · GÖTTINGEN
1988

Das vorliegende Jahrbuch ist beim Verlag und beim Buchhandel erhältlich.
Preis DM 20,—

Gedruckt mit Hilfe von Forschungsmitteln
des Landes Niedersachsen

BWG 3300 Braunschweig
Fallerleber-Tor-Wall 16, Postfach 3329, Telefon (05 31) 391–4596



ISSN 0931-1734
ISBN 3-88452-234-5

Alle Rechte vorbehalten von
Verlag Erich Goltze GmbH & Co. KG, 3400 Göttingen
1988

Gesamtherstellung: Goltze-Druck, 3400 Göttingen

Printed in the Federal Republic of Germany

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zur Geschichte der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG)	7
Plenarversammlungen	9
Klassensitzungen	77
Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte	153
Kommission für Technik und Umwelt	153
Öffentliche Veranstaltungen	155
Feierliche Jahresversammlung 1988	217
Nachrufe	253
Veröffentlichungen	289
Geschäftliche Mitteilungen	289
Satzung und Geschäftsordnungen der BWG	289
Personalia	291
Todesfälle	291
Zuwahlen	293
Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille	297
Mitgliederverzeichnis	301

Zur Geschichte der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Im Jahre 1943 führten die Initiativen einiger Professoren der Braunschweiger Technischen Hochschule Carolo Wilhelmina zur Errichtung der „Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft“, die – nachdem die vorgelegte Satzung von dem damals zuständigen Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung genehmigt worden war – am 9. Dezember 1943 mit einer feierlichen Sitzung eröffnet wurde. Das zu diesem Anlaß von dem ersten Vorsitzenden des Senats der neuen Gesellschaft, Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmidt, erstattete Referat gibt Auskunft über die zu dieser Gründung führenden Motive. Maßgebend war bei ihnen der Wunsch nach Überwindung eines allzu engen wissenschaftlichen Spezialistentums und einer einseitigen Orientierung der Forschung auf rasche Verwertbarkeit ihrer Ergebnisse. Dies wird auch in der ersten Satzung der Gesellschaft deutlich. In deren § 1 bestimmt sie, „insbesondere soll sie über die fachlichen Grenzen hinaus die Bearbeitung von Gemeinschaftsaufgaben übernehmen und dazu beitragen, innere Beziehungen zwischen allen Wissens- und Lebensgebieten herzustellen“. Organisatorisch war die Neugründung als eine selbständige wissenschaftliche Gesellschaft mit eigenen Organen (Kuratorium, Senat, Fachbereiche) angelegt, jedoch war der jeweilige Rektor der Technischen Hochschule Braunschweig ex officio zum Präsidenten der Gesellschaft bestimmt, was aber wohl hauptsächlich auf eine administrative Vereinfachung abzielte.

Bis Ende 1944 wurde die Gesellschaft sodann durch die Berufung von Mitgliedern aus verschiedenen Fachgebieten personell ausgebaut, sie konnte in den letzten Monaten des zweiten Weltkrieges besondere Aktivitäten nicht mehr entfalten. Sie bestand indes auch nach dem Kriege unter einem kommissarischen Präsidenten unverändert fort, jedoch wurden alsbald auch Maßnahmen eingeleitet, um die Gesellschaft uneingeschränkt zu verselbständigen, wobei von vornherein die Organisationsform einer Akademie der Wissenschaften angestrebt wurde, die im Kern durch Selbstergänzung, begrenzte Platzzahl und Gliederung im Fachbereiche ja bereits vorhanden war.

Vor allem wurde die Gesellschaft nun auch mit ihrem Plenum und ihren Abteilungen wissenschaftlich aktiv. In beiden Bereichen wurden wissenschaftliche Vorträge und Diskussionen durchgeführt, und initiiert von Prof. Dr. phil. Eduard Justi erschien 1949 der erste Band der als Publikationsorgan eingerichteten „Abhandlungen“. Im gleichen Jahre verlieh die Gesellschaft erstmalig die kurz zuvor gestiftete Carl-Friedrich-Gauß-Medaille. 1953 erhielt die Gesellschaft schließlich den Status einer Körperschaft des öffentlichen Rechts. Mit dem Errichtungserlaß des Niedersächsischen Landesministeriums wurde ihr zugleich eine neue Satzung gegeben, in der freilich noch Teile der ehemaligen Satzung erhalten geblieben waren. Erst 1971 erhielt die Gesellschaft ihre heute gültige Satzung, die sie im Geiste einer Akademie der Wissenschaften mit deut-

lich technischem Schwerpunkt auszufüllen bestrebt ist. In diesem Rahmen finden laufend wissenschaftliche Plenar- und Klassensitzungen statt. Zur Durchführung langfristiger Forschungsvorhaben hat die BWG eine Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte sowie eine Kommission für Technik und Umwelt eingesetzt. Von den jährlich erscheinenden „Abhandlungen“ sind bisher 39 Bände und in der Schriftenreihe der Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte 3 Bände publiziert worden. Initiiert von Prof. Dr. techn. Karl Heinrich Olsen veröffentlicht die BWG seit 1983 Jahrbücher, die insbesondere über Vortragsveranstaltungen, Kommissionstätigkeiten und Personalia berichten.

Plenarversammlungen

- 15.1.1988 in Braunschweig
Jürgen Hövermann: „Die 1. Chinesisch-Deutsche Kuen-Luen-Takla-Makan-Expedition“, S. 111
- 12.2.1988 in Braunschweig
Gerhard Müller: „Die Orthodoxe Kirche – geschichtliche und ökumenische Aspekte“, S. 17
- 11.3.1988 in Braunschweig
Jost Schillemeit: „Judentum und Gesellschaft als Thema Fontanes“, S. 29
- 8.4.1988 in Hannover
Wolfgang Stahl: „Isotopenchemie gasförmiger Kohlenwasserstoffe – ein Beitrag zur Prospektion und Exploration von Erdgas und Erdöl“, S. 45
- 6.5.1988 in Loccum
Eduard Lohse: „Zur Geschichte und heutigen Situation des Klosters Loccum“, S. 49
Gerhard Oberbeck: „Einige Gedanken zur Entwicklung von Kultur- und Naturlandschaft im Gebiet um Loccum“, S. 51
- 11.6.1988 in Clausthal-Zellerfeld
Gerhard Oberbeck: „Einige Bemerkungen zur Einstellung des Bergbaus im Rammelsberg bei Goslar“, S. 53
Claus Marx: „Der Beitrag der Tiefbohrkunde zum internationalen Lithosphären-Programm“, S. 55
- 14.10.1988 in Braunschweig
Heinrich Rother: „Reflexionen über den Bauingenieur und Talia“, S. 61
- 11.11.1988 in Braunschweig
Hans-Otto Leilich: „Entwicklung der ›Rechenmaschine‹“, S. 69
- 16.12.1988 in Braunschweig
Hauptsitzung

15.1.1988 in Braunschweig

Die 1. Chinesisch-Deutsche Kuen-Luen-Taklamakan-Expedition

Von **Jürgen Hövermann**

Anhand von Lichtbildern wurde über Verlauf und wissenschaftliche Ergebnisse der deutsch-chinesischen Gemeinschaftsexpedition berichtet, die in den Monaten September, Oktober und November 1986 in die nördlichen Randketten des Kuen-Luen und in die Takla-Makan führte. Die Expeditionsbeobachtungen betreffen den Bereich zwischen 89° (Querung der Randkette des Kuen-Luen von Nord nach Süd) und 80° östl. Länge; spezielle Untersuchungen wurden im Bereich des Keriya zwischen 81° und 83° östl. Länge sowie 36° und 39° nördl. Breite durchgeführt. Beteiligt waren auf deutscher Seite die Geogr. Institute der Universitäten Köln (H. Besler), Göttingen (E. Hövermann, J. Hövermann) und Berlin (J. Hofmann, D. Jäkel), auf chinesischer Seite das Desert Research Institut der Akademie Sinica in Lanshow (Prof. Zhou Zhenda und Mitarbeiter). Die Organisation lag auf deutscher Seite in den Händen von Prof. Dr. Dieter Jäkel, Berlin, auf chinesischer Seite in den Händen von Prof. Zhou Zhenda, Lanshow.

Da die Forschungsgenehmigung nur den Bereich nördlich des Kuen-Luen-Kammes deckte, konnten auf der Anfahrt von Lanshow bis zur Überquerung des Kuen-Luen-Kammes nur passim Beobachtungen gemacht werden. Sie bestätigten die Befunde der 1. chinesisch-deutschen Tibet-Expedition über das Ausmaß der letzteiszeitlichen Vergletscherung in der Umrahmung der Tsaidam-Depression und die Existenz eines ausgedehnten letzteiszeitlichen Sees in diesem Becken. Erstmalig wurde dieses vorzeitliche Seebecken mit seinen heute winderodierten und mutmaßlich salztektonisch deformierten Sedimenten von 95° östl. Länge bis 91° östl. Länge etwa längs 38° nördl. Breite durchquert. In den Randbereichen des Beckens drängte sich mehrfach der Eindruck auf, daß Spuren einer weiterreichenden älteren Vergletscherung vorhanden sind, die erheblich über die letzteiszeitliche Vergletscherung hinausreichte, ohne daß Gelegenheit gegeben war, diesen Beobachtungen näher nachzugehen.

Die Überquerung des Kuen-Luen-Kammes bei 89° östl. Länge in etwa 4000 m NN ließ in den Lagen zwischen 3600 m und 4000 m zunächst keine Spuren ehemaliger Vergletscherung erkennen. Im Abstieg nach Norden durch die steilwandigen, extrem schmalen Wüstenschluchten zeigte sich dagegen in zahlreichen Aufschlüssen eine Verzahnung von moränischem und glazifluviatilen Material, dem sich in tieferen Lagen mehr und mehr Takla-Makan-Sande zwischenlagerten. Die äolisch überarbeiteten und in Sandschwemmebenen transformierten beckenwärts anschließenden (glazifluviatilen?) Schwemmfächer reichen hier bis 1000 m abwärts. Zwischen diese Schwemmfächer und das geschlossene Dünenfeld der Takla-Makan schaltet sich bei Ruoqiang (39° n.Br., 88° ö.L.) ein bis zu 50 km breites „Urstromtal“ ein, das, vielfach durch Stillwasser-Absätze ausgezeichnet und von Dünenfeldern besetzt, bis 85° ö.L. und 38° n.Br. zu verfolgen ist. Als dünenfreier Bereich zwischen dem geschlossenen Dünenfeld der Ta-

kla-Makan im Nordwesten und einzelnen Dünenkomplexen im Südwesten zieht es sich weiter bis Minfeng (83° ö.L., 37° n.Br.) und erreicht hier eine Höhe von 1400 m NN.

Zwischen 87° und 86° ö.L., 38°20' und 37°40' n.Br., werden die glazifluviatilen Schwemmfächer im Gebirgsvorland häufig von Blockhaufen und Einzelblöcken durchragt, die auf eine ältere, weiter ins Vorland hineinreichende Vergletscherung hindeuten. Diese mutmaßlich aus überarbeiteter Grund- und Endmoräne hervorgegangenen erratischen Materialien liegen durchweg in 1400 m bis 1500 m Höhe. Ein ausgeprägtes Jungmoränenfeld liegt dagegen bei 86° ö.L. und 37°40' n.Br. in 1800 m bis 2000 m NN; an dieses schließen nach Norden ausgedehnte glazifluviatile Schotterfluren an, die mehrfach durch die aktuellen Wüstenschluchten in den vertikalen Schlucht-Wänden aufgeschlossen sind. Hier tritt an der Basis der Ablagerung gelegentlich Grundmoräne auf; die hangenden glazifluviatilen Schotter lassen generell eine Tendenz zu abnehmender Korngröße (entsprechend einem allmählichen Gletscherrückgang) erkennen; doch deutet die mehrfache Abfolge gröber-feiner zugleich ein Oszillieren des Eisrandes an.

Hier wie auch an anderen Stellen zwischen 86° und 80° ö.L. sind in den glazifluviatilen Schüttungen mehrere Frostkeilhorizonte in Gestalt von Sandkeilen vorhanden. Solche Frostkeilspaltennetze überziehen auch die Oberfläche der Schotterkegel. Sie haben generell eine Tiefe von etwa 1 m bei einer Weite von ca. 50 cm an der Oberkante und zeigen an, daß während und nach der fluvioglazialen Aufschüttungsphase mehrfach Dauerfrostboden vorhanden war. Das läßt bei Annahme einer mittleren Jahrestemperatur von unter -2° Celsius als Voraussetzung für einen Dauerfrostboden und einer heutigen mittleren Jahrestemperatur von +8-9° Celsius in den hier zur Diskussion stehenden Höhenlagen von etwa 1500 m auf eine eiszeitliche Absenkung der Jahresmitteltemperatur von mindestens 10-11° Celsius schließen.

Die Untersuchungen längs des Keriya wurden von Lagern in der Hochregion, in der Oase Pulu und im Binnendelta des Keriya bei 81°50' ö.L., 39°20' n.Br. sowie von Yütian aus in Arbeitsgruppen durchgeführt. Für die Hochlager-Gruppe standen die mutmaßlich holozänen und historischen Gletscherstände im Vorfeld der aktuellen Gletscher sowie die Periglazial-Phänomene der Hochregion über 4000 m im Vordergrund; die Pulu-Gruppe bearbeitete die letzteiszeitlichen Eisrandlagen und die anschließenden glazifluviatilen Schotterkegel nebst der Verlagerung der eiszeitlichen Formungsregionen nach unten; von Yütian aus ergaben sich Befunde über ältere Eisrandlagen, über aktuelle Quellhorizonte in 1450 m und 1480 m NN und über die Genese der Dünenfelder; der Vorstoß in das Zentrum der Taklamakan ermöglichte die Aufnahme der Keriya-Terrassen in ihrem Verhältnis zu Dünenbildungen und zur aktuellen Vegetation.

Ausgehend von dem wohlentwickelten Zungenbecken bei Pulu, dessen Rand bei 81°30' ö.L. und 36°12' in etwa über 2400 m NN gelegen ist, lassen sich talabwärts mehrere Zungenbecken unterscheiden, an die jeweils eine glazifluviatile Schotterflur anschließt. Diese Schotterfluren haben, jeweils von dem gebirgseinwärts gelegenen jüngeren Eisrand ausgehend, das jeweils ältere Becken verfüllt. Dabei ist die jüngere Schotterflur jeweils in die ältere eingelagert, so daß sich insgesamt ein System von Terrassen innerhalb des Gebirges ergibt, das durch die aktuelle Wüstenschlucht tief und steilwandig eingeschnitten ist. Am Gebirgsrande fächern diese Schotterfluren kegelför-

mig aus. Sie bilden ineinandergeschachtelte Schwemmfächer, deren Abstand sich vom Gebirge weg ständig vermindert, bis sie in 1400 m bis 1450 m Höhe endgültig zusammenlaufen. Damit stellen sie Teilfelder einer insgesamt glazigenen Aufschüttung dar und erweisen alle untersuchten Moränenstände als der gleichen Eiszeit zugehörig.

Der höchste Schwemmfächer setzt im Anschluß an Moränenmaterial in 2000 m bis 1800 m Höhe am Gebirgsrand an; der unterste und jüngste bei Pulu innerhalb des Gebirges bei 2450 m. Die horizontale Distanz beträgt etwa 30 km. Aber auch unterhalb 1800 m ist gelegentlich noch moränisches Material dank des Baues von Bewässerungskanälen unterhalb des ältesten Schotterkörpers aufgeschlossen. Die aktuelle Überformung geschieht zwischen 2000 m und 1400 m mit der Tendenz zur Bildung von Sand-schwemmebenen; die Wüstenschluchten-Zerschneidung nimmt die Höhenstufe zwischen 2000 m und 3000 m ein. Darüber dominieren bereits die Prozesse der Auflagerung lößähnlicher äolischer Sedimente und der Frostbodenversetzung.

Eiszeitliche Nivationsformen in Gestalt von Nivationstrichtern bestimmen trotz der Abmilderung der Formen infolge von Frostverwitterung und Solifluktion noch weitgehend das Landschaftsbild oberhalb 3300 m; um 4000 m hebt sich dann deutlich das Niveau der eiszeitlichen Kare ab, so daß sich die Höhenlage der eiszeitlichen Schneegrenze mit zwei Methoden, nämlich einmal mit der Mittelung aus tiefstgelegenen Moränen und Gipfelhöhen des Einzugsgebietes, zum anderen aus dem Karniveau bestimmen läßt. Beide Bestimmungen ergeben 3800 m bis 4000 m; bei einer aktuellen Höhenlage der Schneegrenze von ca. 5200 m (in Nordexposition) errechnet sich eine eiszeitliche Herabdrückung der Schneegrenze um 1200 m bis 1400 m, entsprechend einer Absenkung der Sommertemperaturen um 6°–8° Celsius.

Außer den an die jeweiligen Eisrandlagen anschließenden glazigenen Schotterfluren des Jungmoränenkomplexes zwischen 2000 m und 2450 m sind bei Pulu selbst mächtige Schotterkörper (mehr als 60 m) vorhanden, die teilweise durch die Gletscher ausgeräumt worden sind, und die stellenweise von Moränenmaterial überlagert werden. Sie geben sich damit als proglaziale Schüttungen zu erkennen, die vor dem vorstoßenden Gletscher abgelagert, später teilweise wieder erodiert oder vom Eis überfahren wurden. Aus feinkörnigen Sedimenten innerhalb dieses Schotterkörpers liegt eine Serie von kohärenten Thermolumineszenz-Datierungen des Ing. Lee vor, die für die hangenden Feinsedimente des Schotterkörpers ein Alter von etwa 31000 Jahren b.p. ergeben haben. Damit ist die Gesamtheit der Eisrandlagen des Jungmoränenkomplexes zeitlich eingeordnet. Sie entspricht mit großer Genauigkeit dem europäischen Hoch- und Spätglazial. Die von uns gewählte Bezeichnung „Pulu-Stadium“ für die letzte bedeutende Eisrandlage dieser Eiszeit soll zum Ausdruck bringen, daß wir dazu neigen, sie für zeitgleich mit dem Pommerschen Stadium der europäischen Weichsel-Vereisung zu halten.

Während sich Moränenmaterial wie Schotter dieser letzten Eiszeit durch frische des Materials auszeichnen, haben ältere Grundmoränen und Schotter eine erhebliche Umwandlung durch Frost- und (mutmaßlich) Salzverwitterung erfahren. Ein solches älteres Moränenfeld liegt östlich von Yütian und ist bis etwa 30 km Entfernung untersucht worden. Dabei ist die Grundmoräne teilweise durch Schotterdecken der letzten Eiszeit

verhüllt und durchragt diese nur in isolierten Blockhaufen und residualen Moränenkuppen, teilweise ist sie von Sand eingedeckt, wobei die Blöcke und Schotter erheblich windgeschliffen worden sind, teilweise ist sie, am Rande von Zungenbecken, mit der anschließenden Schotterflur gut erhalten.

Immer sind die groben Komponenten stark verwittert; vielfach sind Schotter und Blöcke wie mit dem Eierschneider in Scheiben zerlegt; generell haben die Schotter wie die Blöcke ihre weitgehende Rundung eingebüßt und zeichnen sich durch scharfe Kanten an den Bruchflächen aus. Dabei lassen sich häufig die einzelnen Bruchstücke ohne sonderliche Schwierigkeit zu dem ursprünglich wohlgerundeten Schotter oder Block zusammensetzen. Stellenweise allerdings ist die Zerlegung bereits zu einem scharfkantigen Gesteinsdetritus von überwiegend 1–2 cm Länge fortgeschritten. Die Höhenlage dieser Moränen-Ablagerungen und Moränenformen um 1450 m NN, d.h. etwa 400 m unter den Endmoränen der letzten Vereisung, würde eine zusätzliche Absenkung der Schneegrenze um etwa 200 m erfordern. Das entspricht sehr gut dem Unterschied zwischen der Höhenlage der Schneegrenze während des Höchststandes der letzten und während des Höchststandes der vorletzten Vereisung, so daß die Einordnung dieser Grund- und Endmoränen in eine der alpinen Riß-Vereisung entsprechende Eiszeit berechtigt erscheint. Zu dieser Zeit stießen die Gletscher aus dem Kuen-Luen offenbar etwa 50 km weiter in das Tarim-Becken vor als während der letzten Eiszeit.

Von besonderem Interesse ist dabei der Kontakt dieser Moränen zum Liegenden. Die ausweichlich des petrographischen Bestandes teilweise aus den Randketten, teilweise aus den Zentralketten des Kuen-Luen stammenden Geschiebe, von denen die Gneise und Granite sowie die kristallinen Schiefer am stärksten, die Basalte am wenigsten verwittert sind, liegen nämlich Sanden mit deutlicher Dünenschichtung auf; teilweise ist solcher Sand in den Moränenkomplex aufgenommen. Daraus ist zu folgern, daß während dieser älteren Vereisung die Gletscher aus dem Kuen-Luen bis in das Dünenfeld der Taklamakan vorgestoßen sind, während sie während der letzten Vereisung den Gebirgsrand kaum überschritten haben. Im Anschluß an die Grundmoräne und die Zungenbecken haben die glazifluviatilen Schotterfluren die Dünenlande ebenflächig gekappt. Östlich Yütian sitzen hohe Sterndünen (mehr als 40 m) einer solchen Einebnungsfläche auf.

Die Weiterverfolgung des Keriya-Laufes etwa 250 km weit bis ins Zentrum der Takla-Makan brachte zunächst die Erkenntnis, daß sich die Schüttungen der letzten Eiszeit nicht über Yütian hinaus verfolgen lassen. Das Zusammenlaufen der Schwemmfächer bei 1400 m bis 1450 m kennzeichnet zugleich den Bereich, an dem die Schotter aus dem Gebirge enden. Im Oasengürtel treten nunmehr feinkörnige, kalkhaltige Sedimente auf, die feingeschichtet und mehrfach mehr als 20 m mächtig aufgeschlossen sind. Das deutlich gegen das Dünenfeld abgesetzte Keriya-Tal beginnt als neue Form unterhalb Yütian, fast genau bei 37° n.Br. Hier regeneriert sich der Keriya, der oberhalb Yütian abgeschen von den Bewässerungskanälen völlig trocken liegt, aus einer Serie starker Quellen, die ihre Quellnischen mehrere Kilometer weit in einer Wechselagerung aus Schotter und Sanden mit einzelnen Silt-Zwischenlagen zurückverlegt haben.

Das etwa 1 km breite Flußbett wird in der Takla-Makan von einem Terrassensystem gesäumt, so daß der fluviatil gestaltete Bereich insgesamt eine Breite bis zu 10 km einnimmt. Generell unterscheidbar sind drei Terrassen in unterschiedlicher Höhe, die wegen ihres charakteristischen Erscheinungsbildes als Dünen-Terrasse, Tamarisken-Terrasse und Pappel-Terrasse bezeichnet wurden. Die höchstgelegene, älteste Terrasse ist vielfach stark winderodiert und in Deflationswannen zerlegt; auf ihr befinden sich (daher der Name) niedrige helle Dünen. Die Tamarisken-Terrasse ist von Tamarisken-Hügeln (bis 4 m hoch) besetzt. Auf der Pappel-Terrasse stehen, zumindest nahe am Binnendelta, lichte Pappelbestände unterschiedlichen Alters. In Flußbettnähe hebt sich noch eine niedrige, schilfbestandene Stufe ab, die auch als Schilfterrasse bezeichnet wurde. Sie stellt das Flußbett bei mittlerem Abkommen des Flusses dar, während die Pappel-Terrasse offensichtlich den Überflutungsbereich bedeutender Hochwässer kennzeichnet: Offenbar erfolgt die Ansammlung der Pappeln bei solchen Hochwässern, denn die Bestände zeichnen sich jeweils durch nahezu gleiche Stammdicke und damit nahezu gleiches Alter aus. Die Pappel-Terrasse geht in das aktuelle Delta des Keriya über, das sich von 38°20' bis 39° n.Br. um 82° ö.L. herum ausdehnt.

Während die Pappel-Terrasse – teilweise in mehreren Stufen – einen aktuellen Süßwasserbereich kennzeichnet, besteht die Tamarisken-Terrasse aus salzhaltigen Sanden. Die gleichen salzhaltigen Sande finden sich auch im Deltabereich des Keriya als Sockel mit ebener Oberfläche unter den aktuellen Dünen: dabei entspricht die Höhenlage dieser Sockelfläche etwa der Höhenlage der Tamariskenterrasse, so daß man daraus wohl auf eine Phase salinar-aquaticher Entwicklung in der Taklamakan schließen kann. Diese Phase ist älter als die aktuelle Süßwasserphase, die nach unserer Abschätzung eine nur wenige Jahrhunderte zurückreichende Periode stärkerer Wasserführung des Keriya und damit eine Aussüßung des aktuellen Binnendeltas in einem ehemals salinaren Bereich kennzeichnet. Den noch mehrere hundert Kilometer weiter nach Norden verfolgbar älteren Lauf des Keriya bis zum Anschluß an den Tarim kann man mit einer vorhergehenden, noch bedeutenderen Feuchtphase in Zusammenhang bringen, die nach der ptolemäischen Darstellung der Sacarum regio, des Tarim-Beckens und nach einer chinesischen Karte aus der Han-Zeit etwa auf die Zeitenwende zu datieren ist.

Im Unterschied zu der salinaren Phase (spät- bis nacheiszeitlich?) und der aktuellen und historischen Süßwasserphase zeichnen sich die eiszeitlichen Ablagerungen längs des Keriya durch ein kalkhaltiges Milieu aus. Das gilt nicht nur für die kalkhaltigen feinkörnigen Sedimente im Oasenbereich, sondern auch für die einzige hochgelegene (20 m) Terrasse, die längs des Keriya an der Basis der aktuellen hohen roten Dünen gefunden wurde. Ihr Alter beträgt nach einer inzwischen erfolgten C₁₄-Bestimmung etwa 28000 Jahre b.p.

Die Trockengebiete der Erde und insbesondere die Wüsten Zentralasiens wie die aus ihnen aufragenden Gebirge haben lange Zeit als klimatisch stabile Räume gegolten, in denen sich die Klimaänderungen während der Eiszeiten nur sehr abgeschwächt bemerkbar gemacht haben. Die vorstehenden Ausführungen bemühen sich um den Nachweis, daß sich die Eiszeiten nicht nur im Randbereich sondern auch im Zentrum

eines durch seine Beckenlage im Herzen des größten Kontinentes scheinbar zu großer klimatischer Stabilität prädestinierten Gebietes nachhaltig bemerkbar gemacht haben. Die am Schluß stehenden Ausführungen mögen darüber hinaus anzeigen, daß auch im Holozän und sogar in historischer Zeit noch mit fühlbaren Schwankungen mindestens der Feuchtigkeitsverhältnisse zu rechnen ist.

12.2.1988 in Braunschweig

Die Orthodoxe Kirche – geschichtliche und ökumenische Aspekte

Von **Gerhard Müller**

Orthodoxie, das heißt nichts anderes als rechte, richtige Meinung. Mit dem Adjektiv „orthodox“ wird jene Kirche bezeichnet, die sich als die Bewahrerin der rechten christlichen Tradition versteht. Das Schwergewicht dieser Kirche liegt heute in Griechenland, in der Sowjetunion, in Rumänien und Bulgarien, aber es gibt auch orthodoxe Kirchen in Ägypten, dem Vorderen Orient, in Nordamerika und in anderen Gebieten der Welt [1].

Da auch die anderen christlichen Kirchen Anspruch auf Gültigkeit ihrer Lehre erheben, kann es nicht ausbleiben, daß der Anspruch und das Selbstverständnis der Orthodoxie kritisch befragt werden. Aber natürlich erhebt auch umgekehrt die Orthodoxe Kirche Einwände gegen Auffassungen, die sie für bedenklich oder gar für falsch hält. All dies geschieht in unserer Zeit aber normalerweise in einer großen Offenheit und Aufgeschlossenheit. Da in unserem Land das Nebeneinander von Katholizismus und Protestantismus häufig mit Ökumene gleichgesetzt wird, ist es sinnvoll, sich auch der übrigen Partner zu erinnern, die sich am ökumenischen Gespräch beteiligen. Dies soll nun heute im Hinblick auf die Orthodoxe Kirche geschehen. Angesichts des Gewichtes der Tradition, das die Orthodoxie bestimmt, ist es erforderlich, sich zunächst einige historische Grundlagen zu verdeutlichen.

1. Geschichtliche Aspekte

a) Die Grundlagen der Orthodoxen Kirche

Die Sprache Jesu ist das Aramäische gewesen. Sie wurde in Palästina gebraucht, aber viele Juden beherrschten zugleich das Griechische, da das jüdische Volk nicht mehr nur in Palästina lebte, sondern auch in vielen anderen Ländern der damaligen Welt. Obwohl die Römer die wichtigste politische Macht zur Zeit Jesu bildeten, wurde nicht ihre Sprache als wichtigste Kultursprache benutzt, sondern die griechische. Als das Christentum die Grenzen des Aramäischen überschritt, mußten deswegen seine wesentlichen Vorstellungen und Begriffe ins Griechische übersetzt werden. Das gilt zum Beispiel selbst für die Bezeichnung Jesu, der von den Christen als Messias verehrt wurde, was ins Griechische übersetzt – in lateinischer Wortform – Christus heißt und schon sehr früh gewissermaßen zum zweiten Namen Jesu wurde.

Es ist bezeichnend, daß die Briefe des Juden Paulus in griechischer Sprache verfaßt und versandt worden sind. Bereits hier lag eine Umsetzung in die wichtigste Sprache der damaligen Zeit vor, die auf Dauer jene Kirche grundlegend beeinflussen sollte, die wir als die Orthodoxe bezeichnen.

Man hat diesen Umsetzungsprozeß als „Hellenisierung“ des Christentums bezeichnet [2]. Unstrittig ist an diesem Begriff, daß die griechische Sprache gewisse Vorstellungen und Assoziationen in das christliche Denken einbrachte, die für die Entwicklung der christlichen Lehre in den ersten Jahrhunderten der Christenheit wichtig werden sollten.

Denn die entscheidenden Theologen bedienten sich auch über das erste Jahrhundert hinaus der griechischen Sprache. Ob man an die sogenannten „Apostolischen Väter“ oder an die Apologeten denkt – sie wandten sich stets in griechischer Sprache an Christen und Nichtchristen. Erst vom Ende des zweiten Jahrhunderts an gibt es dann auch Theologen, die sich der lateinischen Sprache bedienen. Weitere Volkssprachen kamen hinzu. Aber für die Orthodoxe Kirche ist grundlegend das griechischsprachige Schrifttum geblieben.

b) Die Ausstrahlung der Orthodoxen Kirche

Es ist bezeichnend, daß einer der wichtigsten Theologen des zweiten Jahrhunderts, der in Lyon lebte, sich trotzdem der griechischen Sprache bediente. Die Ausstrahlung des Griechischen reichte also weit in den Westen hinein. Irenäus von Lyon, der sowohl durch seine theologischen Deutungen als auch durch seine Abgrenzungen gegenüber falscher Lehre von großer Wichtigkeit wurde, wie auch andere Schriftsteller, die im Osten lebten, haben das Denken der frühen Christenheit maßgeblich bestimmt. Ich nenne hier zum Beispiel Clemens von Alexandrien und Origenes, die erheblich dazu beitrugen, daß die griechische Philosophie für das theologische Denken nutzbar gemacht wurde. Natürlich erhebt sich hier die Frage, ob das ohne Schaden abgehen konnte. Man hat gefragt, ob nicht das hebräisch-semitische Denken anderen Voraussetzungen folgte als das hellenistische. Selbst wenn dies nicht der Fall sein sollte oder wenn die Unterschiede nicht so gravierend wären, wie teilweise vermutet, so konnte es doch nicht ausbleiben, daß die Verwendung griechischer philosophischer Termini erhebliche Auswirkungen zeitigte. Aber mit Hilfe dieser Begriffe gelang es, die zentralen Fragen der frühen Christenheit zu beantworten, nämlich die Frage nach der Einheit Gottes und nach dem Miteinander von Gottheit und Menschheit in Jesus von Nazareth.

Die Frage nach der Einheit Gottes war deswegen dringlich, weil sich die Christen als strenge Monotheisten verstanden, die deswegen auch politisch motivierte Kulte wie die Kaiserverehrung ablehnten. Aber wie sollte die Einheit Gottes gewahrt bleiben, wenn auch Christus als Gott verstanden wurde? War er Gott selbst oder Gott irgendwie untergeordnet? Darüber kam es zu jahrelangen Diskussionen, die deswegen mit harter Intensität geführt wurden, weil den Vertretern der einen Seite die Besonderheit Gottes wesentlich war, während die anderen wegen der Erlösung der Menschheit die Besonderheit Jesu betonten.

Diese Diskussionen wurden im wesentlichen in jenem Bereich geführt, der noch heute als das Zentrum der Orthodoxen Kirche gelten kann. Es sei hier an Namen wie Arius oder Athanasius von Alexandrien erinnert, die die Wortführer der beiden Parteien über längere Zeit hin gewesen sind. Auch Basilius der Große, Gregor von

Nazianz und Gregor von Nyssa bedienten sich der griechischen Sprache, als sie den entscheidenden Verständigungsversuch zwischen den streitenden Parteien vorlegten, der zum Erfolg führen sollte.

Auf diese Weise gelang es, das sogenannte trinitarische Dogma zu formulieren, das die Einheit Gottes und zugleich die Gottheit von Vater, Sohn und Heiligem Geist behauptete. Dieses trinitarische Dogma hat sich nahezu in der gesamten Christenheit durchgesetzt und beruht auf den Leistungen, die griechischsprachige Theologen erbrachten. Von dieser Tradition lebt die Orthodoxe Kirche in besonderem Maße.

Dasselbe gilt für das christologische Dogma, die zweite große theologische Leistung innerhalb der alten Christenheit. Hier ging es um die Frage, wie das Miteinander von wahrer Gottheit und wahrer Menschheit in Jesus von Nazareth gedacht werden könnte. Auch diese Diskussionen wurden vor allem im griechischsprachigen Raum geführt, und zwar zu einer Zeit, in der es auch schon bedeutende lateinischsprachige Theologen gab. Aber die entscheidenden Begriffe und Formulierungen sind nicht ihnen, sondern Männern zu verdanken, die in Ägypten oder im Vorderen Orient zu Hause waren. Auch diese Lehre von der wahren Menschheit und der wahren Gottheit Jesu besitzt bis heute eine breite Geltung. Alle wesentlichen christlichen Gruppen anerkennen diese Lehre, die natürlich auch von der Orthodoxen Kirche voll und ganz vertreten wird. Es ist deswegen erforderlich, sich die großen Leistungen der hellenistischen Theologen der Alten Kirche klarzumachen, und es kann nicht verwundern, daß die Orthodoxe Kirche auf diese Leistungen nach wie vor stolz ist.

c) Die Abgrenzung der Orthodoxen Kirche

Schwierig wird es, wenn das, was für wahr gehalten wird, nicht von allen gleichermaßen anerkannt wird. Das Christentum hat sich von Anfang an von Lehren abgegrenzt, die mit dem Prädikat häretisch belegt wurden, die also nicht als orthodox zu gelten hatten. Hier ist etwa an die Abgrenzung von der sogenannten Gnosis zu erinnern, jener Heilslehre und Heilserkenntnis, die im zweiten Jahrhundert christliches Denken zu integrieren versuchte [3]. Aber auch der Manichäismus, der sich als eine Fortführung des Christentums verstand, vermochte sich innerhalb der Christenheit nicht durchzusetzen. Während Gnosis und Manichäismus im Laufe der Zeit verschwanden, gab es im fünften und sechsten Jahrhundert Abgrenzungen, die sich neben der sogenannten Orthodoxie behaupteten. Die Orthodoxie wurde so etwas wie die Mitte zwischen Nestorianismus und Monophysitismus, die andere Christologien vertraten als die Orthodoxie. Nestorius von Konstantinopel, der dort Patriarch war, lehnte die Verehrung der Mutter Jesu als Gottesgebärerin ab. Er wollte ihr das Prädikat der „Christusgebärerin“ zuerkennen, wobei es ihm darum ging, die Besonderheit Jesu als wahrer Gott und wahrer Mensch vom Beginn seines Lebens an herauszustellen. Nestorius wollte damit erreichen, daß die menschliche Natur Jesu nicht abgewertet würde. In der Volksfrömmigkeit hatte sich inzwischen aber die Marienverehrung zu erheblicher Blüte entwickelt. Dies und die Furcht, wenn Christus nicht von vornherein auch ganz als Gott verehrt würde, stehe die Erlösung des Menschen auf dem Spiel, führten zur

Verurteilung des Nestorius, dem aber viele weiterhin ihre Zustimmung schenkten, so daß es zur Bildung ganzer nestorianischer Kirchen gekommen ist.

Auf der anderen Seite stehen die Monophysiten, die erklärten, daß in Jesus die göttliche Natur als die allein maßgebliche zu betrachten sei. Der Gedanke der Vergottung Jesu war diesen Menschen so wichtig, daß sie sich nicht mit der Äußerung zufrieden geben konnten, Jesus sei eine einzige Person gewesen, in der aber zwei Naturen zugleich vorhanden gewesen seien.

Dieser Monophysitismus hat in der östlichen Christenheit viele Anhänger gefunden. Es kam zur Bildung von monophysitischen Kirchen, als das Dogma festgeschrieben wurde, in Jesus seien zwei Naturen gegenwärtig, die unvermischt geblieben seien, die aber auch ungetrennt vorhanden seien.

Diese Abgrenzungen haben die Orthodoxe Kirche erheblich geschwächt. Sie bewegte sich in der Mitte zwischen solchen Auffassungen, die mehr rational, und anderen, die mehr mystisch die Besonderheiten des christlichen Glaubens herausarbeiten wollten. Diese Abgrenzungen sind für die Orthodoxe Kirche aber nach wie vor von entscheidender Bedeutung. Diese Lehren sind so verbindlich, daß die Vertreter der Orthodoxen Kirche kritisch fragen, ob es bei anderen christlichen Gruppen hier Abweichungen gibt.

d) Die Lehre der Orthodoxen Kirche

Es ist nun nicht möglich, die Lehre der Orthodoxie hier zu entfalten [4]. Nur auf wenige Momente sei hier eingegangen. Einmal haben für die Orthodoxie die sogenannten sieben ökumenischen Konzile grundlegende Bedeutung. Es handelt sich hier um Versammlungen, die alle in der östlichen Christenheit durchgeführt wurden und die zwischen 325 und 787 stattfanden. Was diese Konzile festlegten, das gilt nicht nur als unverrückbare Wahrheit, sondern in gewisser Weise auch als nicht ergänzbar. Von diesen Konzilen wurden die bereits geschilderten trinitarischen und christologischen Festlegungen vorgenommen, aber es ging auch um falsche Lehren des großen Origenes oder um die Frage der Bilderverehrung. Letzteres erscheint auf den ersten Blick hin als relativ unwichtig. Aber man muß sich klarmachen, daß im Alten Testament ein Bilder- verbot formuliert ist, das für die Christenheit erhebliche Probleme mit sich brachte. Durfte Jesus dargestellt werden? Durfte gar Gott selbst bildlich nachgedacht werden? In der orthodoxen Christenheit hatten darüber hinaus nicht nur Maria, sondern auch eine große Zahl von Heiligen eine breite Verehrung gefunden.

Durften solche Heiligen abgebildet werden? Dieses Problem wurde deswegen so besonders dringlich, weil behauptet wurde, daß der Abgebildete im Bild wirklich präsent sei. Ist eine solch mystische Betrachtungsweise erlaubt? Darüber gab es heftige Kontroversen. Sie wurden mit dem Sieg der Bilderverehrer beendet, so daß nach wie vor die Ikone in der Orthodoxen Kirche große Bedeutung besitzt [5].

Diese Entwicklung von Theologie und Frömmigkeit vollzog sich nun in einer Zeit, in der im Abendland eigenständige Entwicklungen begonnen hatten. Orthodoxe Theologie und Frömmigkeit, orthodoxes Mönchtum und orthodoxes Priesteramt gingen langsam aber stetig in eine andere Richtung als in der westlichen Christenheit.

e) Ost-Rom und Rom

Bekanntlich hatte Konstantin Rom nicht mehr als seine Hauptstadt in Anspruch genommen, sondern Konstantinopel zum Zentrum seines Reiches gemacht. Man sprach bald auch von „Ost-Rom“. Damit wurde zum Ausdruck gebracht, daß die wesentlichen Traditionen, die für Rom sprachen, auch im neuen Rom vorhanden seien. Es kam hier aber zu einer Sonderentwicklung, die mit „Byzantinismus“ bezeichnet zu werden pflegt. Damit ist gemeint, daß Staat und Kirche eine enge Verbindung eingehen. Der Kaiser von Ost-Rom engagierte sich auch in theologischen Fragen, was schon bei den Streitigkeiten über die Bilderverehrung erhebliche Auswirkungen mit sich brachte. Aber auch in anderen theologischen Fragen griffen oströmische Kaiser ein und überließen der Kirche nicht selbständige, eigene Entscheidungen.

Anders verlief die Entwicklung in der westlichen Christenheit. Dort konnte der Bischof von Rom seine Stellung ausbauen, als der Kaiser in das ferne Konstantinopel zog. Außerdem setzten die westlichen Theologen andere Schwerpunkte als ihre orthodoxen Kollegen. Männer wie Ambrosius von Mailand oder Augustin in Nordafrika beschäftigten sich mit anthropologischen Problemen und brachten durch juridische Fragen neue Momente ein, wie das ja auch der lateinisch-römischen Tradition entsprach. Dadurch kam es zu einer Auseinanderentwicklung, die bald nicht mehr überbrückt werden konnte.

Dazu trug bei, daß sich in der Alten Kirche fünf Bischofssitze als besonders wichtig herauskristallisiert hatten, nämlich diejenigen von Rom, Konstantinopel, Alexandria, Antiochien und Jerusalem. Während die letzten drei immer mehr an Bedeutung verloren, vor allem seitdem der Islam seinen Siegeszug begann, konzentrierte sich nun mehr und mehr der Wettstreit um die Vorherrschaft auf Rom und Konstantinopel. Rom nahm für sich die Petrustradition in Anspruch, die aufgrund neutestamentlicher Aussagen zu einem Führungsanspruch des Bischofs von Rom ausgebaut werden konnte. Dies gelang umso leichter, je mehr der Bischof von Konstantinopel in den Schatten seines Kaisers trat, so daß Spannungen zwischen Ost und West nicht ausbleiben konnten.

f) Das Schisma vom 1054 und Versuche zu seiner Überwindung

Bereits im 9. Jahrhundert kam es zu scharfen Auseinandersetzungen, als Papst Nikolaus I. in innerbyzantinische Streitigkeiten eingriff. Dort wehrte man sich jedoch, indem westliche Frömmigkeit als häretische Neuerung disqualifiziert wurde. Dabei ging es etwa um das Fasten an Samstagen, das in der Orthodoxen Kirche unbekannt war. Aber auch die Erlaubnis der westlichen Kirche, in der ersten Fastenwoche Milch und Käse verzehren zu dürfen, wurde als Ausdruck von Ketzerei aufgefaßt. Das Verbot der Priesterehe wurde als manichäisch gebrandmarkt, also mit einem ganz schwerwiegenden Vorwurf der Ketzerei belegt. Auch daß im Abendland die Firmung nur durch Bischöfe vorgenommen wurde, ist in der Orthodoxen Kirche schärfstens abgelehnt worden und führte dazu, daß man die Salbung durch orthodoxe Priester wiederholen ließ [6].

Dazu kam eine dogmatische Frage, nämlich die Berechtigung des sogenannten Filioque. Damit ist folgendes gemeint: In der westlichen Christenheit war in das nicäno-konstantinopolitanische Glaubensbekenntnis dieses Wort eingefügt worden – endgültig seit etwa 800 –, durch das der Ausgang des Heiligen Geistes von Vater und Sohn behauptet wurde [7]. Die östliche Kirche hielt dies für eine schwerwiegende ketzerische Neuerung, die den Hauptgrund für die Exkommunikation und Absetzung von Papst Nikolaus I. im Jahr 867 bildete. Eine Synode hat in Anwesenheit aller vier östlichen Patriarchen dieses Urteil über den Patriarchen der westlichen Christenheit ausgesprochen [8].

Mit diesem Urteil begann das sogenannte Photianische Schisma, das zwar im Jahr 880 wieder beendet wurde, aber Patriarch Photius von Konstantinopel hatte die Munition zusammengetragen, die auch später gegen die westliche Christenheit – vor allem im Hinblick auf das Filioque – verwendet werden sollte.

Hinzu kamen nichttheologische Gründe. Wenn es etwa in Grenzgebieten zu Differenzen zwischen Vertretern der westlichen und der östlichen Christenheit kam, so konnte das die Spannung zwischen den wichtigsten Bischöfen der Christenheit nur verschärfen. Auch der zwischen Rom und Ost-Rom umstrittene Führungsanspruch trug dazu bei, daß sich die Differenzen zwischen Ost und West im 11. Jahrhundert gefährlich zuspitzten.

Als liturgische Neuerung wurde von der Orthodoxen Kirche die Verwendung von ungesäuertem Brot bei der Eucharistie empfunden, wie sie in der westlichen Christenheit üblich war. Im Osten war man dagegen der Meinung, daß das Brot, das Jesus benutzt hatte, „aufgegangen durch Sauerteig und Wärme“ gewesen sei. Das ungesäuerte Brot dagegen sei mit einem „seelenlosen Stein“ zu vergleichen. Solche gottesdienstlichen Bestimmungen wurden als sehr gewichtig empfunden, zumal man im Osten argwöhnte, daß es sich hierbei um jüdische Einflüsse handle [9].

Es gab „für diese Generation keine Adiaphora in kirchlichen Dingen“: „Zur Orthodoxie gehören nicht nur die richtigen Lehren, sondern auch die richtigen Riten und kirchlichen Rechtssätze. Wer durch den rechten Glauben das Heil erlangen will, muß sich einfügen in das rechte Ritual und das rechte Kirchenrecht, alle drei Seiten der verfaßten Kirche sind gleichen Wertes und in gleicher Weise heilsnotwendig“ [10]. Fragen der Lehre, der Frömmigkeit und des Rechtes führen dann folgerichtig zur gegenseitigen Verurteilung im Jahr 1054. Es ist gesagt worden: „Den Zeitgenossen des Eklats von 1054 kam nicht zu Bewußtsein, daß hier die Einheit der Kirche, so locker sie auch im Laufe der Zeit geworden sein mochte, endgültig zerbrochen war. Kürzere und längere Perioden gegenseitiger Beziehungslosigkeit hatte es häufig gegeben. Daß die Auseinanderentwicklung von Orthodoxie und Römischem Katholizismus soweit gediehen war, daß eine erneute Einigung wie zu Zeiten des Photios nicht mehr möglich war, sah man auf beiden Seiten nicht“ [11].

Dieses Urteil beschreibt bereits den Mißerfolg der Unionsversuche, die schon bald nach 1054 einsetzten. Man war im Osten durchaus an weiteren Kontakten mit der westlichen Christenheit interessiert, aber dort machte man es dem Osten zunehmend schwerer. Denn Papst Gregor VII. hat im 11. Jahrhundert den Vorrang seines Amtes vor

allen anderen Bischöfen unmißverständlich ausgedrückt. Dies konnte im Osten nur abgelehnt werden, wo man der Meinung war, daß es fünf gleichberechtigte Patriarchen geben müsse, „unter denen alle anderen Bischöfe stünden; diese Fünffzahl könne und dürfe nicht überschritten werden, weil sie sinnbildhaft sei, denn die Kirche sei ein Leib, dessen Kopf Christus sei, und die fünf Patriarchate entsprächen den fünf Sinnen“ [12]. Diesem Kollegialismus der fünf Patriarchen widersprach das Selbstverständnis der Bischöfe von Rom, die in ihren Auseinandersetzungen mit dem westlichen Kaisertum auf ihre Vorrangstellung den allergrößten Wert legten. Dennoch machten sich Vertreter der Orthodoxie zu Gesprächen auf, die in Lyon im Jahr 1274 durchgeführt wurden [13]. Hier wurde sogar eine Union geschaffen, weil der Kaiser von Ost-Rom aus politischen Erwägungen daran interessiert war. Aber durchsetzbar war diese Union im Osten nicht. Schon jetzt zeigte sich, daß politische Gründe im Osten nicht ausreichten, um die zerbrochene Einheit wiederherzustellen.

Der wichtigste Versuch, das Schisma wieder aus der Welt zu schaffen, wurde in den Jahren 1438/39 durchgeführt. Kaiser Johannes VIII. Palaiologos kam selbst mit seinem Bruder Dimitrios, mit Patriarch Joseph von Konstantinopel sowie weiteren Geistlichen und Gelehrten nach Ferrara und Florenz, wo über die Union verhandelt wurde. Papst Eugen IV. wünschte ebenfalls eine Union, weil seine Vormachtstellung durch die Reformkonzile des 15. Jahrhunderts gelitten hatte. Während er mit den Orthodoxen verhandeln ließ, tagte zur gleichen Zeit ein Konzil gegen seinen Willen in Basel. Deswegen war er zur Nachgiebigkeit gegenüber der Orthodoxie bereit. Hans-Georg Beck hat gemeint: Der Papst „brauchte die Union mit den Griechen, und er ließ sie sich etwas kosten; nicht nur finanziell, sondern auch im Nachgeben auf kanonischem und teilweise sogar auf dogmatischem Gebiet. Die Griechen konnten jede Forderung stellen, sie wurde ihnen bewilligt. Die Theologen und auch gelegentlich die Kardinäle murrten, aber Eugen wußte, was notwendig war. So ist Ferrara-Florenz, das ‚Konzil der Epikie‘, d.h. des Geziemenden auf allen Gebieten. Kommen die Verhandlungen auf gefährlichen Boden, so insistiert man nicht. Es gibt keine Majorisierung durch numerische Abstimmungen, schwierige dogmatische Fragen, die man sehr wohl kennt, die aber nicht zum alten Repertoire gehören ..., klammert man einfach aus. Die Synode war der Preis, den das Papsttum für die Überwindung des Konziliarismus zahlte: Der Preis für die Überwindung des westlichen Konziliarismus, bezahlt an den östlichen“ [14]. Man einigte sich durch Kompromisse, indem behauptet wurde, das Filioque meine nichts Neues, so daß der Westen es rechtmäßig dem Glaubensbekenntnis habe einfügen können. Auch sei es gleichgültig, ob gesäuertes oder ungesäuertes Brot verwendet werde – jeder Priester solle es nach der Gewohnheit seiner Kirche halten. Dem Bischof von Rom wird der „Primat in der ganzen Welt“ eingeräumt, aber es wird hinzugefügt, ihm sei „die volle Macht des Weidens, Herrschens und Regierens der ganzen Kirche übertragen, so wie es in den Akten der ökumenischen Konzile und den hl. Kanones enthalten“ sei. Hier war aber kein exklusiver Primat des römischen Bischofs anerkannt worden. Schließlich wird auch die alte Rangordnung der Patriarchate: Rom, Konstantinopel, Alexandria, Antiochia, Jerusalem „unbeschadet aller ihrer Privilegien und Rechte erneuert“ [15].

So wichtig dem Kaiser von Konstantinopel auch die Union war, so wenig hatte er die Macht, sie zu erzwingen. In Rußland wo man die Verbindungen mit Konstantinopel abbrach, „weil es den rechten Glauben verraten habe“, wurde die Verkündung des Unionsdekretes von Florenz untersagt [16]. Die Front der Unionsbefürworter zerbröckelte schnell. Als die militärische Unterstützung Ost-Roms durch den Westen ausblieb, verlor die Union auch ihren politischen Wert. Außerdem gab es Stimmen in Konstantinopel, die schon damals meinten, man wolle lieber die Türken als die Lateiner als Herrscher in der Stadt wissen – der vierte mittelalterliche Kreuzzug, der nicht nach Palästina, sondern nach Griechenland gegangen war und dort zur „Errichtung eines lateinischen Kaisertums und Patriarchats in Konstantinopel (1204)“ geführt hatte [17], war noch in zu guter Erinnerung.

Hinzu kommt, daß an dieser Union zwar Griechenland und Rußland, aber weder die serbische noch die bulgarische noch die morgenländischen orthodoxen Kirchen beteiligt gewesen waren. Diese konnten sich nun als Hüter der Tradition bezeichnen und damit die Vertreter der Union von Florenz als Neuerer hinstellen. Auch in den Gemeinden wurde die Union abgelehnt, so daß sich 21 von 29 Unterzeichnern des Unionsdekretes von der Union lossagten [18]. Die Sultane betrachteten sich nun „als die Schutzherrn der Orthodoxie den Lateinern gegenüber,“ und die vier Patriarchen des Ostens forderten, daß eine Konversion aus einer Kirche des Westens nur „in Gestalt einer Wiederholung des Sakramentes der Handauflegung und in einem Glaubensbekenntnis“ möglich sein sollte, in dem die Konvertiten das Konzil von Florenz und seine Entscheidungen für irrig erklärten und auch die Lehren vom Primat des Bischofs von Rom und von der Unfehlbarkeit der römischen Kirche verneinten. Man hat formuliert: „Die orthodoxen Staaten Südosteuropas waren (am Ende des 15. Jahrhunderts) vernichtet. Die Orthodoxie aber zog sich auf sich selbst zurück, brach die Brücken zum Westen gründlich ab und – überlebte!“ [19]

An dieser Formulierung ist richtig, daß die Orthodoxie vom Ende des 15. Jahrhunderts an einen Selbstbesinnungsprozeß durchmachte, der sie streng an ihrer Tradition festhalten ließ, die als richtig akzeptiert worden war. Unzutreffend ist, daß es seit dieser Zeit keine Kontakte mehr zum Westen gegeben habe. Das Gegenteil ist richtig. Wir wollen dem nun in einem zweiten Kapitel nachgehen.

2. Ökumenische Aspekte

a) Wittenberg und Byzanz

Im Streit zwischen Rom und der Reformation mußte sich auch die Frage nach der übrigen Christenheit stellen. Denn es gab ja Christen, die sich dem Bischof von Rom nicht untergeordnet hatten. Bereits Martin Luther hat darauf verwiesen, aber zu einem Gespräch zwischen lutherischer Reformation und der Orthodoxie kam es erst nach seinem Tod. Man hat dies unter der Überschrift „Wittenberg und Byzanz“ zusammengefaßt [20]. 1559 wurde das wichtigste reformatorische Bekenntnis, die *Confessio Augustana*, ins Griechische übersetzt. Mit einem Begleitschreiben Philipp Melanchthons wurde sie dem orthodoxen Patriarchen Joasaph II. überbracht. Melanchthon bat den

Patriarchen, er „möge sich selbst von der Übereinstimmung (des reformatorischen Bekenntnisses) mit der Heiligen Schrift, den altkirchlichen Konzilien und den rechtgläubigen Vätern überzeugen“ [21]. Eine Antwort des Patriarchen ist jedoch nicht bekanntgeworden.

Erst in den Jahren 1573 bis 1581 kam es zu einem schriftlichen Austausch zwischen der lutherischen Kirche in Württemberg und dem Patriarchen Jeremias II. von Konstantinopel, der in drei Briefen zur *Confessio Augustana* Stellung nahm [22]. Die Äußerungen aus Konstantinopel sind sehr zurückhaltend. Hier wird Wert gelegt auf die „Normativität patristischer Schriftauslegung“, und es wird auch das *Filioque* diskutiert. Die Differenz zwischen reformatorischem Denken und orthodoxer Tradition läßt den Patriarchen zu dem Schluß kommen: „Geht nun Euren Weg! Schreibt uns nicht mehr über Dogmen, sondern allein um der Freundschaft willen, wenn Ihr das wollt. Lebt wohl!“ „Der Abbruch der theologischen Auseinandersetzung enthält keine Verwerfungen bestimmter Lehren, noch bedeutet er ein Ende der Beziehungen. Trotzdem sind die Briefe des Patriarchen in der konfessionellen Polemik immer wieder als Verurteilung der reformatorischen Lehren durch die Orthodoxe Kirche aufgefaßt worden ... Zweifellos sind mit dieser Korrespondenz und der Nachwirkung, die sie in der ostkirchlichen Theologie hat, theologisch die Fronten zwischen Reformation und Orthodoxie festgelegt worden“ [23]. Zu groß waren die Unterschiede, als daß bei diesem ersten Gespräch eine Verständigung hätte erreicht werden können.

b) Das Dritte Rom

Die Orthodoxie in Rußland [24], die in diesem Jahr ihr 1000jähriges Bestehen feiert, entwickelte sich zu einem neuen Schwerpunkt, der sich in dem selbstbewußten Urteil „das Dritte Rom“ seinen klarsten Ausdruck verschaffte. War nach orthodoxer Auffassung das Zentrum der Christenheit im 4. Jahrhundert von Rom nach Konstantinopel gewandert, so war nun an seine Stelle Moskau als das Dritte Rom getreten. Mit diesem Führungsanspruch mußten sich die übrigen Teile der Christenheit beschäftigen. Sie taten dies nicht durch ausführliche Gespräche, sondern sie wurden etwa mit dem Gedanken einer Erneuerung der Christenheit am Anfang des 19. Jahrhunderts konfrontiert, der von der Erweckungsbewegung ausging, der aber vor allem auch vom russischen Zaren vertreten wurde. Aufgrund seiner Anregung schlossen sich die Monarchen von Rußland, Österreich und Preußen zu einem Bund – genannt „Heilige Allianz“ – zusammen, der als eine Verpflichtung zu einer christlichen Regierung gedacht war [25]. Damit war Rußland als orthodoxer Staat sowohl politisch als auch kirchlich endgültig unübersehbar geworden. Diese Verbindung zerbrach allerdings in der russischen Revolution von 1917, durch die auch kirchlich eine völlig neue Lage geschaffen wurde.

c) Tradition und Neuerung

Hatte die orthodoxe Theologie Schwierigkeiten, die protestantische Lehre zu akzeptieren, so mußte sie das Papstdogma von 1870 erneut treffen. Der Beschluß des

1. Vatikanischen Konzils, daß der Bischof von Rom das Bistum über die ganze Welt innehat, entsprach zwar einer Formulierung der Union von 1439, aber er widersprach der orthodoxen Tradition, die nach wie vor Wert legte auf das Nebeneinander von fünf Patriarchen.

Vor allem wurde das ökumenische Gespräch durch die Unionen belastet, die die römisch-katholische Kirche mit einzelnen orthodoxen Gruppen schloß [26]. Teile der Orthodoxie anerkannten den römischen Primat und verließen damit die orthodoxe Tradition. Diese Neuerung, die eine Schwächung der Orthodoxie bewirkte, wurde dort als Proselytenmacherei und als feindselig gegen sie gerichtet interpretiert.

Man muß sich deutlich machen, daß sich nach orthodoxer Auffassung die Tradition nicht verändert. Sie erweitert sich damit auch nicht. Neuerungen können deswegen nur Abirrungen und somit verwerflich sein. Die Entscheidungen über Lehre, Kultus und Recht sind eben alle schon vor einem guten Jahrtausend abgeschlossen worden.

d) Ökumenische Aktivitäten der Orthodoxen Kirche

Deswegen konnte es überraschen, daß sich die Orthodoxe Kirche an der sogenannten ökumenischen Bewegung des 20. Jahrhunderts beteiligte. Die Impulse hierzu waren sowohl von der Mission als auch von der anglikanischen Kirchengemeinschaft und protestantischen Gruppen ausgegangen. Während Rom eine Beteiligung an diesen Aktivitäten verbot, nahm die Orthodoxie überraschenderweise teil [27].

Trotz des Wahrheitsanspruches, den sie für ihre Tradition in Anspruch nimmt, erweist sie sich dennoch als gesprächsbereit und hörfähig. Die Orthodoxe Kirche ist deswegen aus den ökumenischen Aktivitäten der letzten Jahrzehnte nicht wegzudenken. Sie bringt ihren eigenständigen Beitrag ein und wahrt dabei doch zugleich auch ihre Selbständigkeit. Zu Unionen mit anderen christlichen Gruppen ist es jedenfalls nicht gekommen. Es ist auch eine Abendmahlsgemeinschaft nach orthodoxer Auffassung unvorstellbar, solange nicht eine völlige Kirchengemeinschaft vorliegt. Diese müßte aber die Orthodoxie als in ihrem Sinne geregelt interpretieren können. Obwohl bis dahin noch ein weiter Weg sein dürfte, sind griechische, russische und andere orthodoxe Kirchen sehr aktiv um eine Vermittlung christlichen Glaubens und Denkens an Menschen des 20. Jahrhunderts bemüht.

e) Das Ende des Schimas von 1054

Von der Kirchenstruktur her steht die Orthodoxie der römisch-katholischen Kirche besonders nahe. Hier wie dort gibt es Bischöfe, Priester und Diakone. Hier wie dort ist das Mönchtum von großer Bedeutung. Deswegen hat Patriarch Athenagoras (1948–1972), der, wie es jetzt heißt, als Ökumenischer Patriarch in Istanbul residierte, nicht nur Kontakte zum Ökumenischen Rat der Kirchen in Genf gepflegt, sondern auch verbesserte Beziehungen mit Rom hergestellt. Um die Willensbildung in der Orthodoxie voranzubringen, ließ er drei panorthodoxe Konferenzen auf Rhodos in den Jahren 1961, 1963 und 1964 durchführen. Im Jahr 1964 traf er sich mit Papst Paul VI. in Jerusalem, und im folgenden Jahr wurde dann gleichzeitig am 7. Dezember in Rom wie

in Istanbul das gegenseitige Exkommunikationsurteil von 1054 aufgehoben. Mit diesem Akt wollte man die gegenseitigen Verurteilungen „aus dem Gedächtnis der Kirchen“ löschen [28].

Nun kann natürlich eine lange Differenz nicht durch ein Schriftstück überwunden werden. Gleichwohl hat dieser Akt eine erhebliche Annäherung bewirkt und Gespräche zwischen römisch-katholischer und Orthodoxer Kirche zur Folge gehabt. Es könnte sein, daß es zu einer Art von Union zwischen diesen Kirchen im Laufe der Zeit kommt.

f) Panorthodoxes Konzil und ökumenische Gespräche

Viele orthodoxe Kirchen sind in bilateralen Gesprächen mit anderen christlichen Gruppen. Z.B. gibt es ein sehr wichtiges Gespräch zwischen finnischen Lutheranern und russischen Orthodoxen. Aber auch zwischen der Evangelischen Kirche in Deutschland und der russischen Orthodoxie sind gute Gespräche geführt worden. Wollte man eine Liste dieser Gespräche zusammenstellen, so würde sie recht lang.

Problematischer könnte das Panorthodoxe Konzil sein, das Patriarch Athenagoras vorgesehen hatte, das aber bis jetzt nicht zustande gekommen ist. Problematisch könnte es nämlich deswegen sein, weil an sich die sieben ökumenischen Konzile der Alten Kirche grundsätzlich ausreichen. Man hat ja auch nicht zu einem ökumenischen Konzil eingeladen, sondern lediglich zu einer Versammlung aller orthodoxen Kirchen! Aber schon hiergegen können Bedenken erhoben werden. Denn es könnte sein, daß ein Konzil zu Beschlüssen käme, die als Neuerungen interpretiert werden würden, womit das Selbstverständnis der Orthodoxie zutiefst verletzt wäre. Andererseits besteht aber wohl ein gewisser Einigungsbedarf innerhalb der vielen orthodoxen Kirchen, zumal in juridischer Hinsicht. Einige orthodoxe Exilkirchen haben sich etwa dem Ökumenischen Patriarchen in Istanbul unterstellt, andere haben dies nicht getan, sondern sich als autokephal erklärt, also als selbständig. Ob es zu einem Panorthodoxen Konzil kommen wird, vermag ich im Moment nicht zu übersehen. Vielleicht wäre es gut gewesen, den Begriff Konzil in diesem Zusammenhang zu vermeiden, weil dann einige Hinderungsgründe grundsätzlicher Art entfallen wären.

Insgesamt aber erweist sich die Orthodoxe Kirche als eine sehr lebendige Gruppe, die wie alle anderen christlichen Kirchen mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat – wenn man nur im Moment an die Auseinandersetzungen in Griechenland denkt. Aber das ist in der Christenheit ja eigentlich nie anders gewesen. Angesichts der Anwesenheit orthodoxer Gemeinden in unserem Land – zum Beispiel gibt es eine rumänisch-orthodoxe Gemeinde in Salzgitter – ist eine bessere Beachtung dieses Partners im ökumenischen Geschehen jedenfalls auch für uns sinnvoll.

Anmerkungen

[1] Vgl. zur Einführung: Ernst Benz, Geist und Leben der Ostkirche. Hamburg 1957.

[2] Vgl. Adolf von Harnack, Lehrbuch der Dogmengeschichte, 1. Bd. Nachdruck der 3. Auflage, Darmstadt 1964, S. 496–796.

- [3] Vgl. Metropolit Seraphim, *Die Ostkirche*. Stuttgart 1950, S. 113–121.
- [4] Vgl. Panagiotis Bratsiotis (Herausgeber), *Die orthodoxe Kirche in griechischer Sicht*, 2 Teile. Stuttgart 1959 und 1960.
- [5] Vgl. Hans Georg Thümmel, Art. „Bilder“, in: *Theologische Realenzyklopädie*, 6. Bd. Berlin 1980, S. 532–540.
- [6] Vgl. Klaus Wessel, *Dogma und Lehre in der Orthodoxen Kirche von Byzanz*, in: *Handbuch der Dogmen- und Theologiegeschichte*, Bd. 1 Göttingen 1982, S. 349.
- [7] Vgl. Metropolit Seraphim, a.a.O., S. 143f.
- [8] Vgl. Klaus Wessel, a.a.O., S. 350.
- [9] Vgl. Klaus Wessel, a.a.O., S. 354.
- [10] Klaus Wessel, a.a.O., S. 356.
- [11] Klaus Wessel, a.a.O., S. 364.
- [12] Klaus Wessel, a.a.O., S. 363.
- [13] Vgl. Metropolit Seraphim, a.a.O., S. 148.
- [14] Zitiert nach Klaus Wessel, a.a.O., S. 401.
- [15] Klaus Wessel, a.a.O., S. 402.
- [16] Vgl. Klaus Wessel, a.a.O., S. 403.
- [17] Metropolit Seraphim, a.a.O., S. 147.
- [18] Vgl. Klaus Wessel, a.a.O., S. 403f.
- [19] Klaus Wessel, a.a.O., S. 405.
- [20] Vgl. Ernst Benz, Wittenberg und Byzanz. *Zur Begegnung und Auseinandersetzung der Reformation und der östlich-orthodoxen Kirche*. Nachdruck München 1971.
- [21] Reinhard Slenczka, *Lehre und Bekenntnis der Orthodoxen Kirche: Vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart*, in: *Handbuch der Dogmen- und Theologiegeschichte*, 2. Bd. Göttingen 1980, S. 503.
- [22] Vgl. Dorothea Wendebourg, *Reformation und Orthodoxie. Der ökumenische Briefwechsel zwischen der Leitung der Württembergischen Kirche und Patriarch Jeremias II. von Konstantinopel in den Jahren 1573–1581*. Göttingen 1986.
- [23] Reinhard Slenczka, a.a.O., S. 504 und 507.
- [24] Vgl. Konrad Onasch, *Grundzüge der Russischen Kirchengeschichte*, in: *Die Kirche in ihrer Geschichte*, Bd. 3, Lieferung M. Göttingen 1967.
- [25] Ernst Benz, *Die abendländische Sendung der östlich-orthodoxen Kirche. Die russische Kirche und das abendländische Christentum im Zeitalter der Heiligen Allianz*. Wiesbaden 1950.
- [26] Vgl. Metropolit Seraphim, a.a.O., S. 149 und Eugen Hämmerle, *Mit Rom unierte Kirchen*, in: *Materialdienst des Konfessionskundlichen Instituts Bensheim*, 39. Jahrgang, 1988, S. 8–11.
- [27] Vgl. Nikolaus Zernow, *Die Ostkirchen und die ökumenische Bewegung*, in: Ruth Rouse und Stephen Charles Neill (Herausgeber), *Geschichte der ökumenischen Bewegung*, 2. Teil. Göttingen 1958, S. 317–358.
- [28] Vgl. Bernhard Stasiewski, *Die nichtunierten Ostkirchen*, in: *Handbuch der Kirchengeschichte*, Bd. 7. Freiburg 1985, S. 479.

11.3.1988 in Braunschweig

Judentum und Gesellschaft als Thema Fontanes

Von Jost Schillemeit

Fontane und die Juden seiner Zeit und seiner gesellschaftlichen Umgebung: das ist noch immer ein schwieriges und umstrittenes Thema, was seinen Grund offenbar nicht nur in der Vielfalt der möglichen Zugangs- und Betrachtungsweisen, sondern auch in einer merkwürdigen Widersprüchlichkeit oder ‚Ambivalenz‘ der Sache selbst hat; einer Ambivalenz, die denn auch ein mehr oder weniger verborgenes Leitthema der bisherigen einschlägigen Publikationen ist. Von einem „philosemitischen Antisemiten“ hat Wolfgang Paulsen im Titel eines 1981 erschienenen Aufsatzes zum Thema [1] gesprochen (der dann freilich das „antisemitische“ Moment sehr viel stärker akzentuierte als das „philosemitische“). Ernst Simon – Philosoph, Pädagoge und hervorragender Fontane-Kenner – schrieb 1970 in seinem Essay ‚Theodor Fontanes jüdischer Komplex‘, ausgehend von den Schlußzeilen des berühmten Gedichts zum 75. Geburtstag („... Und das ist die Hauptsache, kommen Sie, Cohn!“): „Alle Dinge, und fast alle Personen, die ihm wichtig waren, mit der einzigen Ausnahme seiner Tochter Mete, erweckten Fontanes latente Ambivalenz, so zum Beispiel Bismarck und das Preußentum, die Hohenzollern und der Adel, England und Frankreich, seine Frau und die Institution der Ehe (...)“ – um dann von hier aus zur Frage nach der Herkunft von Fontanes „jüdischem Komplex“ überzugehen [2]. Und schon 1968 hat Hans-Heinrich Reuter in seiner Fontane-Biographie eine Auswahl zentraler, charakteristischer Stellen aus den Briefen und den Romanen zusammengestellt, um an ihnen einen „tragischen Widerspruch“ im Denken des alten Fontane zu demonstrieren, darunter zwei Briefe, die dann auch in der späteren Forschung öfter zitiert worden sind: den Brief an Mathilde von Rohr von Anfang Dezember 1880, aus der Zeit der Parlaments- und Zeitungsdebatten um die ‚Antisemitenpetition‘, wo Fontane seinen Gefühlen der Unzufriedenheit mit dem Gang der Dinge im ganzen und dem jüdischen „Übermut“ im besonderen Ausdruck gibt, mit Worten, die man lieber nicht in Fontanes Briefen läse [3], und den vielleicht noch vehementeren, von noch heftigeren Emotionen geprägten Brief an den Berliner Professor Friedrich Paulsen, mit dem Fontane im Mai 1898 auf die Zusendung einer Veröffentlichung Paulsens zur „Judenfrage“ reagierte [4]. Gleichzeitig aber findet man bei Reuter auch bereits eine Reihe von Briefstellen zitiert, in denen das Treiben der radikalen antisemitischen Agitatoren der 1890er Jahre – Agitatoren vom Typ eines Hermann Ahlwardt – scharf verurteilt wird, und andere, in denen es um die bedeutende Rolle der Juden in der modernen deutschen Kultur geht – freilich in einer Weise, bei der es wieder nicht ganz ohne die erwähnte „Ambivalenz“ abgeht: so etwa die Stelle in einem Brief an Friedlaender vom 4. Oktober 1891, wo Fontane von einem Gespräch mit dem Berliner Realschulprofessor und Hegelforscher Adolf Lasson erzählt: „(...) Eine andre gute Bemerkung hörte ich von Prof. Dr. Lasson (...). Wir sprachen über moderne Kunst und Literatur in Deutschland und er sagte: ‚Sonderbar, die Juden

bei uns thuen die deutsche Kulturarbeit und die Deutschen leisten als Gegengabe den Antisemitismus.“ Worauf Fontane fortfährt: „Kolossal richtig, leider die erste Hälfte noch richtiger als die zweite“ [5]. Reuter zitiert im selben Zusammenhang auch einen knapp zwei Jahre früheren, höchst aufschlußreichen Brief, den ich hier gleichfalls zitieren möchte, weil er das bewußte Phänomen der „Ambivalenz“ vielleicht noch schärfer beleuchtet. Fontane schreibt dort, am 25.1.1890, an ein Ehepaar Guttman, das er auf Reisen kennengelernt haben muß, offenbar in Anknüpfung an ein Gespräch, in dem es um ganz ähnliche Fragen ging wie in dem Gespräch mit Adolf Lasson: „Wenn wir uns wiedersähen, so würden Sie an meiner Bekehrung Ihre Freude haben. Ich bin freilich auch jetzt noch der Ansicht, daß eine rein nationale Entwicklung (wie sie sich in manchen Teilen Skandinaviens findet) das Schöner wäre. Andererseits aber habe ich mich nicht bloß von der Unmöglichkeit der Durchführung dieser Idee überzeugt, sondern auch unserm von mir aufrichtig geliebten Adel gegenüber einsehen müssen, daß uns alle Freiheit und feinere Kultur, *wenigstens hier in Berlin*, vorwiegend durch die reiche Judenschaft vermittelt wird. Es ist eine Tatsache, der man sich schließlich unterwerfen muß und als Kunst- und Literaturmensch (weil man sonst gar nicht existieren könnte) mit Freudigkeit“ [6]. Wozu Reuter bemerkt: die „Freudigkeit“ sei Fontane, hier wie in anderen, ähnlichen Fällen, offensichtlich nicht leicht gefallen; dennoch laute „seine Entscheidung ausnahmslos positiv, wo die ‚Judenfrage‘ im Rahmen der allgemeinen *gesellschaftlichen* Widersprüche gesehen, wo die Alternative hergestellt wird zur Herrschaft der alten und ‚etablierten‘ preußischen Gewalten“ [7].

Reuter hat mit den knappen, gedrängten Ausführungen seines Fontane-Buches, in denen sich die erwähnten Zitate befinden, offensichtlich ein Thema in die Forschung eingeführt, das dann weitergewirkt hat. Nicht nur Ernst Simon bezieht sich auf ihn – er spricht von den „zwölf grundlegenden Seiten seiner [d.h. der Reuterschen] Biographie, die Fontanes ‚jüdischem Problem‘ galten“ – sondern auch John Kremnitzer, der Verfasser einer höchst gründlichen und instruktiven New Yorker Dissertation von 1972, die dasselbe Thema behandelt [8], und ebenso dann auch Wolfgang Paulsen in seinem Artikel von 1981 – er freilich in eher kritischer, ja polemischer Weise: er bedauert, daß Reuter es bei der Feststellung belassen habe, Fontane sei „an der Judenfrage gescheitert“: „Well, of course“ – so heißt es in Paulsens Aufsatz – „he is ‚am Judentum gescheitert‘, but we would like to know why and how. Reuter’s verdict, uncompromising in its finality as it is, strikes us as too simplistic and just a bit too apodictic, too much of a cliché, to be of much help in disentangling a very intricate mental complex“ [9]. Paulsen selbst geht dann auch, nach einer Darlegung des wichtigsten Belegmaterials aus den Briefen, dazu über, die Frage auf neue, schärfere, kritischere Weise zu stellen: „Was Fontane an antisemite by nature and conviction or was he merely carried away by the wave of antisemitism which swept the country during the Gründerjahre?“ Und er fügt hinzu: „If the latter were the case, it would not be exactly a proof of his intelligence, of his intellectual independence.“ Wie bereits aus diesem Zusatz deutlich wird, neigt Paulsen dazu, die Frage im Sinne der ersteren Möglichkeit zu beantworten, also im Sinne einer inneren, schon mitgebrachten antisemitischen Disposition, die man freilich – wie Paulsen dann weiterhin ausführt – in ihrem „sozialen Kontext“ zu sehen habe,

nämlich im Licht der tiefen Abneigung Fontanes gegen die Klasse der Neureichen, der „Bourgeois“ seiner Epoche: „We have to see it in the light of his deep aversion to the class of the *nouveaux riches* of his day, that of the money-grabbing ‚bourgeois‘ which had spread like wild-fire through the country, especially in Berlin“ [10]. Aber dies sei – so die These von Paulsen – nur die „sekundäre Schicht“ eines „emotional bedingten Wertsystems“, das auf einer „viel älteren Disposition“ beruhe, die, aus was für Gründen auch immer, zu einer bestimmten Zeit seines Lebens in einen „offenen Antagonismus“ umgeschlagen sei; eine These, die Paulsen dann noch durch einige Schlaglichter auf Fontanes biographische Entwicklung weiter zu konkretisieren versucht, freilich, wie mir scheint, auf nicht recht überzeugende oder doch nicht ganz hinlängliche Weise: man sieht nicht recht, wie jenes innere, „emotional bedingte Wertsystem“ und jene „ältere Disposition“ ihrerseits historisch zu verstehen oder zu erklären sein sollen und wie es zu jenem Umschlag in offene Gegnerschaft („open antagonism“) gekommen sein mag.

Betrachtet man alle die bisher erschienenen und hier eben nur sehr summarisch referierten Publikationen im Zusammenhang, so sieht man, daß das Problem offenbar vor allem zwei Seiten hat. Man kann die eben umschriebene innere, persönliche, affektive ‚Haltung‘ oder ‚Einstellung‘ – das, was Ernst Simon den „jüdischen Komplex“ Fontanes genannt hat und was man auch, ebenfalls mit einer Formulierung Ernst Simons, seine „negative Gruppendifferenz“ nennen könnte – als solche zum Thema machen und biographisch oder psychologisch – oder auf welche Weise auch immer – zu verstehen und in größere Zusammenhänge einzuordnen versuchen, wie es zuletzt Paulsen in seinem Aufsatz versucht hat. Oder man kann – wie es vor allem Reuter an einigen Stellen seines Fontane-Buches getan hat – fragen, ob und wie sich die Gesamtheit der einschlägigen Fontaneschen Äußerungen im Zusammenhang seiner eigenen Sicht der ihn umgebenden, zeitgenössischen Gesellschaft und seiner Interpretation dieser ihn umgebenden Gesellschaft, insbesondere auch seiner Gesellschaftskritik, oder allgemeiner gesprochen: im Zusammenhang seines ‚Verhältnisses‘ zu der ihn umgebenden zeitgenössischen Gesellschaft begreifen läßt, wobei man dieses ‚Verhältnis‘ oder diese ‚Sicht‘ der zeitgenössischen Gesellschaft dann selbst wieder historisch betrachten und interpretieren kann. Beispiele hierfür finden sich, wie bereits angedeutet, vor allem auf den einschlägigen Seiten von Reuters Fontane-Buch. Ja, er hat schon durch die Auswahl seiner Zitate den Blick auf diese zweite, diese „gesellschaftskritische“ Seite (um sie kurz so zu nennen) des Problems gelenkt – etwa durch die beiden auch von mir eben zitierten Briefstellen: die aus dem Briefwechsel mit Friedlaender, in der es um Antisemitismus und jüdische „Kulturarbeit“ ging, an Hand der Bemerkung Professor Lassons, und die ganz ähnlich gerichtete aus dem wenig späteren Brief an das Ehepaar Guttmann. Auch ich will hier – und darauf zielt auch die Titelformulierung dieses Vortrags – von dieser „zweiten Seite“ des Problems ausgehen, also von der Frage, wie sich die Fontaneschen Äußerungen zur „Judenfrage“ in das Ganze seiner Gesellschaftsinterpretation und -kritik einordnen lassen, und dabei an die entsprechenden Bemerkungen in Reuters Buch anknüpfen, die mir in bestimmter Hinsicht ergänzungs- und präzisierungsbedürftig scheinen.

Fragen wir also: wie ordnen sich die Äußerungen Fontanes zur „Judenfrage“ – das Wort im weitestmöglichen, nicht notwendig politischen Sinne genommen – in das Ganze von Fontanes Gesellschaftskritik und Gesellschaftsinterpretation ein? In Reuters knapper Analyse kann man dazu im wesentlichen zwei Antworten finden: eine im Zusammenhang mit dem Thema ‚Bourgeoisiekritik‘, die vom Auftreten jüdischer Randfiguren in zwei der Fontaneschen Romane ausgeht – *Poggenpuhls* und *Mathilde Möhring* – und eine im Zusammenhang mit dem Thema ‚Adelskritik‘, die an Hand einer Reihe von Briefzitate, unter anderem den beiden eben erwähnten Briefen an Friedlaender und an die Familie Guttmann, entwickelt wird. Über die jüdischen Figuren in den beiden genannten späten Romanen – die Familien Blumenthal und Bartenstein in den *Poggenpuhls* und die Silbersteins in *Mathilde Möhring* – schreibt Reuter: „Als Juden sieht sie der Dichter in demselben Emanzipationskampf begriffen, den Mathilde Möhring auf ihre Weise führt und dessen rückschlägige Auswirkungen das Los der Poggenpuhls bestimmen. Als Geschäftsleute und Unternehmer aber bedienen sie sich in ihrem Streben um gesellschaftliche Gleichstellung einer Methode des ‚Handelns‘ und Feilschens, deren prinzipienlose und erbötige Kompromißbereitschaft sie nicht von dem analogen Vorgehen nichtjüdischer Kapitalisten unterscheidet. Auch das Ziel ist dasselbe: die ‚Approbation‘ durch Adel und Staatsapparat, durch die etablierten alten Mächte schlechthin.“ Und weiterhin: „Das *gesellschaftlich* Typische ist es, was den Dichter an solchem Aufstiegsstreben interessiert. Am Paradigma des jüdischen Bourgeois tritt es nur deshalb besonders intensiviert zutage, weil konzentriert auf kürzesten Zeitraum, leicht überschaubar im dichten Nebeneinander der Einzelglieder einer ansonsten weit auseinandergezogenen historischen Kette“ [11]. Im zweiten eben genannten Zusammenhang dagegen, im Zusammenhang mit dem Adelsthema, kommt Reuters Analyse des Fontaneschen ‚Judenbildes‘ zu günstigeren Ergebnissen. Sein Ausgangspunkt ist hier ein Brief des ganz späten Fontane (an die Tochter Mete, 20.3.1898), in dem es heißt: „Immer wieder erschrecke ich vor der totalen ‚Verjüdung‘ der sogenannten ‚heiligsten Güter der Nation‘, um dann im selben Augenblick ein Dankgebet zu sprechen, daß die Juden überhaupt da sind. Wie sähe es aus, wenn die Pflege der ‚heiligsten Güter‘ auf den Adel deutscher Nation angewiesen wäre. Fuchsjagd, getünchte Kirche, Sonntagsnachmittagspredigt und jeu“ [12]. Reuter schreibt dazu: „Vor dem Hintergrund der in Preußen-Deutschland herrschenden Mächte fielen die vergleichenden Entscheidungen noch im letzten Lebensjahre ähnlich aus wie nach dem fünfundsiebzigsten Geburtstag.“ Und im selben Zusammenhang fällt dann auch die vorhin bereits zitierte Formulierung: Fontanes Entscheidung laute „ausnahmslos positiv, wo die ‚Judenfrage‘ im Rahmen der allgemeinen *gesellschaftlichen* Widersprüche gesehen, wo die Alternative hergestellt wird zur Herrschaft der alten und ‚etablierten‘ preußischen Gewalten“ [13]. Es ist also, aufs Ganze gesehen, ein nur sehr bedingt positives und zugleich eigentümlich zwiespältiges Bild vom sozialen Habitus und vom gesellschaftlichen Ort der Juden in Preußen-Deutschland, das damit Fontane zugeschrieben wird: Einordnung in den Typus des „Bourgeois“, mit seinem Hauptcharakteristikum des gesellschaftlichen „Aufstiegsstrebens“, bei nur relativer Höherstellung in der Konfrontation, in der „vergleichenden“ Gegenüberstellung mit dem Adel;

ein Bild, das man übrigens ganz ähnlich auch bei Paulsen wiederfindet, an einer Stelle, die ich vorhin zitiert habe – und das mir zumindest in *einer* bestimmten Beziehung verzeichnet scheint, nämlich in der Art, in der hier der Begriff des „Bourgeois“ angewandt wird (etwa in Reuters Formulierung vom „Paradigma des jüdischen Bourgeois“). An dieser Stelle scheint mir sowohl Reuters als auch Paulsens Charakteristik von Fontanes Sicht der Dinge, insbesondere von seinem Sprachgebrauch in Bezug auf den Begriff ‚Bourgeois‘ – um eine Nuance vielleicht nur, aber um eine wichtige Nuance – abzuweichen und zugleich ein wichtiger Zug in Fontanes Vorstellungen vom sozialen ‚Status‘ der Juden in der ihn umgebenden Gesellschaft nicht adäquat wiedergegeben. Es gibt, soweit ich sehe, keinen einzigen Beleg in Fontanes Briefen für die Rede von einem „jüdischen Bourgeois“ – oder gar von „*dem* jüdischen Bourgeois“ – wohl aber ist es umgekehrt charakteristisch für seinen Sprachgebrauch, daß diese beiden Begriffe ständig auseinandergehalten werden und immer wieder in einem merkwürdigen Nebeneinander auftreten. Um einige Beispiele für diesen merkwürdigen, durchgehenden und, wie mir scheint, für Fontanes Gesellschaftskritik wichtigen und typischen Zug zu geben (in chronologischer Anordnung): da schreibt er etwa am 30.7.1881 an Gustav Karpeles, den Herausgeber von ‚Westermanns Monatsheften‘, im Zusammenhang mit dem Romanplan *Storch von Adebar*, über dessen Unterbringung in einer Zeitschrift er damals gerade verhandelte, und insbesondere über die Figur der Rebecca Gerson von Eichroeder, die dort auftreten sollte: „Rebecca Gerson v. Eichroeder ist ein reizendes Geschöpf und viel viel mehr eine Verherrlichung des kleinen Judenfräuleins als eine Ridikulisierung. Dies tritt sogar so stark hervor, daß es mich etwas genirt. Ich kann es aber nicht ändern; die ganze Geschichte würde von Grund aus ihren Charakter verlieren, wenn ich statt Rebeckchen eine Geheimrathsjöhre einschieben wollte. Noch weniger geht ein reiches Bourgeoisbalg; reiche Jüdinnen sind oft vornehm (worauf es hier ankommt), Bourgeoisbälge *nie*“ [14]. Zwei Jahre später, am 23. Juni 1883, heißt es in einem Brief an die Frau, aus Thale am Harz: „Die Plaudereien mit dem alten Sieben haben einen gewissen Werth für mich, weil sie mir einen Einblick in die eigentlichen Berliner Bourgeoiskreise gönnen, die doch wieder sehr anders sind als die Kaufmanns- und Banquierkreise, wobei ich noch gar nicht an Bleichroeder denke. Die Leute, von denen er mir erzählt, sind Schlächter, Brauer, Bäcker, Conditoren, Hôteliers, Restaurateure. Dann wird mir immer wieder ein Wort lebendig, das vor gerade 36 Jahren der Apotheker Jung als ich in sein Geschäft eintrat, zu mir sagte: ‚Sie treffen hier ein andres Publikum; keine Geheimräthe; Gott sein Dank.‘ Er hatte Recht und Unrecht, und bis diese Stunde weiß ich nicht, wofür ich mich entscheiden soll. Wäre der Beamte nicht so kümmerlich und wäre der Bourgeois nicht so protzig, engherzig und ungebildet, so würd’ ich sagen, einer ist so gut wie der andre. So kann ich nur sagen: einer so schlecht wie der andre“ [15]. Wieder zwei Jahre später schreibt Fontane in einem – für unser Thema besonders aufschlußreichen – Brief an Mathilde von Rohr, anläßlich einer Begegnung mit der Familie der Frau seines verstorbenen Freundes Lepel: „Von Familie Heydebreck-Lepel (ich sage dies im Vertrauen zu Ihrer vollsten Verschwiegenheit) habe ich, seit dem Tode unsres alten Freundes, *keinen* angenehmen Eindruck gehabt. Gott, das will Adel sein, will sich über gebildetes Bürger- und geistig hochpotenzirtes

Judenthum erheben!“ [16]. Zehn Jahre später, am 30.8.1895, schreibt er in einer für diese Zeit typischen, besonders in Bezug auf Ober- und Mittelschicht sehr skeptischen, skizzenhaften Gesellschaftsbetrachtung: „Volk ist alles, Gesellschaft ist nichts, und nun gar unsre, die, die Juden abgerechnet, bloß eine sein will und nichts ist wie Bonvivants auf einer kleinstädtischen Bühne. Friesack in Frack und Claque“ [17]. Und in einem zwei Jahre späteren Brief an Ludwig Pietsch heißt es, anlässlich eines Artikels über den Salon der Henriette Herz im Berlin der Romantikerzeit, wie in einem Rückblick auf die ganze, lange Reihe von Erfahrungen der hier eben angedeuteten Art: „Im letzten Sonntagsblatt der Vossin hat mich der Artikel über Henriette Herz interessirt. Sie haben ihn vielleicht auch gelesen. Als literarische Leistung ist er keineswegs hervorragend (ein bisschen confus), aber er hat mich wieder mit der Nase auf die schmerzliche Thatsache gestoßen, daß das gesellschaftlich höher potenzierte Berliner Leben immer nur ein Juden- will sagen Jüdinnen-Leben gewesen ist. Eine Bourgeois-Frau oder Tochter hat hierlandes nie was gesprochen, um das man sich hätte kümmern müssen. Und der Adel, seitdem er fromm und noch sonst Einiges geworden ist, versagt auch. Aus diesem Fakt erklären sich einige der wichtigsten unsrer wenig erfreulichen Zeiterscheinungen“ [18].

Fontane hat – wie alle diese Briefstellen zeigen – die ‚Kreise‘ oder ‚Sphären‘ der Gesellschaft offenbar anders gesondert, als Reuter und Paulsen sie ihn sondern lassen. Versucht man, an Hand dieser und ähnlicher brieflicher Äußerungen, einen Überblick über alle diese Begriffe zu gewinnen, die er selbst für eine derartige Sonderung verwendet, so ergibt sich etwa die folgende Reihe typischer Begriffe: Adel, Professoren- und Geheimratskreise, Bourgeoiskreise, Beamte, Kaufmanns- und Bankierkreise, Volk, Bürgertum (oder auch „gebildetes Bürgertum“) und Judentum (oder auch „geistig hochpotenziertes Judenthum“) – wobei diese Begriffe sich natürlich zum Teil überlappen können, so etwa im Fall der Beamtenkreise und der Professoren- und Geheimratskreise oder auch im Fall der Kaufmanns- und Bankierkreise und des Judentums, während andere Überschneidungen – und darunter eben auch die von ‚Bourgeoiskreisen‘ und ‚Judentum‘ – weniger oder gar nicht im Sinne von Fontanes Optik und Sprachgebrauch sind. Auffällig ‚fest‘ und konsequent und zugleich höchst charakteristisch für Fontanes Gesellschaftsbild, besonders für sein Bild von der Berliner Gesellschaft, ist dabei offenbar auch die Assoziation des Begriffs ‚Judentum‘ mit dem geistig „Höherpotenzierten“, wie sie uns in zwei der eben zitierten Briefstellen entgegentrat – und auch vorher schon in den beiden Briefen an Friedlaender und an das Ehepaar Guttmann – und wie sie einem ganz ähnlich auch in den Werken, nicht eben häufig, aber doch in durchaus nicht untypischer Weise begegnen kann: etwa in den umfangreichen und für unser Thema sehr aufschlußreichen Plänen zu *Storch von Adebar*, hier besonders in der eben schon erwähnten Figur der Rebecca von Eichroeder, oder auch, versetzt ins Kopenhagener Hofmilieu, in der Figur der Ebba Rosenberg in *Unwiederbringlich* – und in gewisser Weise wird man auch das Haus Bartenstein in den *Poggenpuhls*, in dessen Salon nicht nur der Kronprinz, sondern auch Droysen und Mommsen gelegentlich verkehren und in dessen Galerie Bilder von Menzel hängen, hierher rechnen können (obwohl man von ihm und seinen Lebensgewohnheiten nicht viel erfährt

und das wenige, was man erfährt, immer nur in der Brechung durch das Medium der Adelsfamilie, die das Zentrum dieses Romans bildet, erscheint).

Aber die eben betrachteten Stellen in den Briefen und Werken sind nicht die einzigen Belege für die hier eben angedeuteten Züge von Fontanes ‚Judenbild‘ oder besser: seinem Bild vom kulturellen und gesellschaftlichen Status des Judentums, insbesondere des Berliner Judentums, für die Verknüpfung dieses Bildes mit dem Begriff des „Höherpotenzierten“ und die Disjunktion von dem des „Bourgeois“. Es gibt noch ein weiteres, höchst interessantes Zeugnis hierfür, das zugleich ein ungemein aufschlußreiches Zeugnis für Fontanes Verhältnis zum Judentum überhaupt ist: ein Aufsatzmanuskript mit dem Titel „Adel und Judentum in der Berliner Gesellschaft“, das sich in englischem Privatbesitz befindet und bisher unbekannt war und von dem ich sicher bin, zeigen zu können, daß es in den Herbst 1878 gehört und daß es identisch ist mit einem Aufsatz, den Fontane in einem Brief an Julius Grosser vom Sommer 1879 zur Veröffentlichung in der Zeitschrift *Die Gegenwart* anbot [19] – einer Veröffentlichung, zu der es dann (aus was für Gründen auch immer) nicht gekommen ist. Was diesen Aufsatz oder genauer: diesen Aufsatzentwurf für unser Thema besonders interessant macht, ist vor allem, daß er das Thema in einen gewissen kultur- und gesellschaftsgeschichtlichen Rahmen hineinstellt und dabei zugleich auch die eigentümliche, für Fontane auch sonst so charakteristische Verknüpfung des Themas ‚Judentum‘ mit dem Adels-Thema besser verständlich macht. „1. Das Historische“ – so beginnt der Entwurf, stichwortartig. Und dann heißt es: „Der Adel war die Gesellschaft, denn auch die höhere Beamten-schaft (Armee und Civil) war Adel.“ Und weiter dann, mit bezug auf die jüngste Entwicklung: „Nach den Befreiungskriegen bereitete sich ein Umschlag vor, erst langsam, dann rapide, desto rapider, je schneller sich der wirthschaftliche Umschlag vollzog: der Adel wurde arm, der Bürgerstand wurde reich. Am reichsten die Juden.“ Nach einigen knappen, statistischen Präzisierungen zur damaligen Wirtschaftsstruktur Berlins folgt dann, in einer wiederum für Fontane höchst charakteristischen Weise, die Fragestellung des ganzen Aufsatzes: „Wie hat das auf die Gesamt-Erscheinung der Gesellschaft gewirkt? Vortheilhaft oder nachtheilig? Ist es eine Calamität oder ist es ein Fortschritt?“ Worauf nun die Antwort folgt: „Ich behaupte das Letztere. Die eigentlich aristokratische Gesellschaft ist die höchste gesellschaftliche Form; sie überragt selbst die höfische, deren Tugenden mit den Aristokratischen zusammenfallen, deren Laster und Schwächen aber sehr trübselig sind. Solche Adelskreise hatte Berlin einige. Dahin gehörten die Häuser Schwerin und Dönhof; ich bezweifle, daß es etwas Gleiches daneben gab. Aber wenn auch, ihre Zahl war sehr gering. Die Durchschnitts-Adelsgesellschaft ließ viel zu wünschen übrig. Sie hatte Selbstbewußtsein und [20] Haltung und in Ausnahmefällen auch jene Würde, die das Gefühl mit der Geschichte des Landes verwachsen zu sein und das Festsein in Prinzipien den Trägern berühmter Namen giebt. Aber in dem Sinne, der in England und Frankreich und vor dem in den italienischen Staaten einen Adel schuf, von diesem Adel hatten wir nichts; dazu waren wir zu arm, zu binnenländisch-beschränkt, zu unkosmopolitisch und zu unvertraut mit dem was allein eine feinere Form schafft: mit Wissenschaft und Kunst. Gelesen hatte man wenig und gesehen nichts.“ Nach dieser Kritik der märkischen „Durchschnitts-Adelsgesell-

schaft“, die bereits vieles von der Adelskritik des späten Fontane, des Fontane der Friedlaender Briefe und des ‚Stechlin‘-Romans vorwegnimmt, folgt dann, in scharfer Antithese, die Wendung zur neuen, zeitgenössischen jüdischen Gesellschaft: „Wie anders stellt sich daneben die jetzt dominierende [21] Gesellschaft. Es haftet ihr etwas von der Aengstlichkeit und Unsicherheit des Parvenus an, das Gefühl bedrückt sie bis in ängstliche Höhen hinaufgewachsen zu sein, dazu fehlt das Zusammengewachsen-sein mit dem Staat in dem sie leben, dessen Schlachten sie nicht geschlagen, dessen Gesetze sie nicht geschaffen haben.“ Nach einer weiteren Ausführung dieses Gedankens aber wird dann schließlich zum kulturellen Aspekt des Themas übergeleitet: „Aber in allem andren entfaltet sich eine Ueberlegenheit und das Enge, das Provinziale ist abgestreift. Große Interessen werden verhandelt, der Blick hat sich erweitert, er geht über die Welt. Die Sitten sind verfeinert, geläutert, gebessert. Vor allem der Geschmack. Der Courszettel verträgt sich besser mit der Weltbildung als der Rennbahn- oder Wochenmarkt-Bericht. (...) Die Kunst, die Wissenschaft, die sonst betteln gingen oder auf sich selber angewiesen waren, hier haben sie ihre Stätte, statt der Pferdeställe werden Observatorien gebaut und statt der Ahnenbilder in Blau u. Gelb und roth hängen die Werke unsrer Meister in Zimmern und Galerien. Der Staat mag dadurch verloren haben, die Welt hat gewonnen.“

Das ist, wie gesagt, 1878 geschrieben – zu eben der Zeit, als Fontane sich, nach Abschluß und Veröffentlichung seines großen historischen Romans, *Vor dem Sturm*, auch als Romanschriftsteller den Phänomenen und Problemen der Gegenwartsgesellschaft zuwandte: gleichzeitig beschäftigen ihn die Pläne und Entwürfe zu dem großen Gesellschaftsroman *Allerlei Glück*, der ein Gesamtbild der gegenwärtigen Berliner Gesellschaft hätte geben sollen und dann nicht zustandegekommen ist, und wenig später folgen dann *L'Adultera* und die Pläne zu dem ebenfalls Fragment gebliebenen, adelskritischen Gesellschaftsroman *Storch von Adebar*. Man sieht aus dem eben zitierten Text – freilich nicht nur aus diesem Text, sondern auch aus einer ganzen Reihe ähnlicher Zeugnisse [22] – wie um eben diese Zeit und im selben Zusammenhang offenbar auch das Phänomen des zeitgenössischen, städtischen, insbesondere des Berliner Judentums in seinen Gesichtskreis trat. Und man sieht zugleich – und damit komme ich zu unserer eigentlichen Fragestellung zurück – in welcher Weise und unter welcher Perspektive es dabei in seinen Gesichtskreis trat und für ihn zum ‚Thema‘, zum Gegenstand seiner Aufmerksamkeit, auch seiner literarischen Aufmerksamkeit wurde – nämlich durchaus als geselliges, kulturelles Phänomen und in einer sozusagen kultursoziologischen und zugleich kulturgeschichtlichen Perspektive, unter dem Gesichtspunkt der Frage nach neu sich ausbildenden Formen und Typen gesellschaftlichen Lebens, unter dem Gesichtspunkt aber auch – und nicht zuletzt – der Frage nach neuen gesellschaftlichen „Vorbildern“ – eben der Frage, die man in vielen Zeugnissen dieser und späterer Zeit auch als Frage nach dem „neuen Adel“ formuliert finden kann. Ein Hauptmotiv ist dabei offenbar die Enttäuschung durch die kulturelle Leistung und den kulturellen Habitus des heimischen, märkisch-preußischen Adels, der dabei gemessen werden wird an der Idee eines „Adels wie er sein sollte“ oder einer „eigentlich aristokratischen Gesellschaft“; einer Idee, die ja hier, in diesem Aufsatzentwurf,

geradezu als Ausgangsthema, als Ausgangspunkt des Vergleichs zwischen Adel und Judentum, erscheint: „Die eigentlich aristokratische Gesellschaft ist die höchste gesellschaftliche Form; sie überragt selbst die höfische (...)“ – worauf dann ja auch, zumindest in Andeutungen, einige Hinweise zur Konkretisierung dieser Idealvorstellung vom Adel folgen: zunächst einige Hinweise zu den historischen Beispielen, an denen sie orientiert ist: englische und französische Adelsgesellschaften, Aristokratien der frühen italienischen Stadtstaaten, dann auch Hinweise zu den charakteristischen Zügen dieser „eigentlich aristokratischen Gesellschaft“, entwickelt vor allem auf indirekte Weise, in der negativen Charakteristik der einheimischen, märkisch-preußischen Adelsgesellschaft: „(...) von diesem Adel hatten wir nichts, dazu waren wir zu arm, zu binnenländisch-beschränkt, zu unkosmopolitisch und zu unvertraut mit dem was allein eine feinere Form schafft: mit Wissenschaft und Kunst.“ (Womit sich Elemente einer Vorstellung von gesellschaftlich-kultureller Vorbildlichkeit, von gesellschaftlicher „Superiorität“ andeuten, wie man sie ganz ähnlich, in allgemeinem Zusammenhang, auch in den gleichzeitigen Plänen zu *Allerlei Glück* wiederfinden kann [23], ebenso aber auch im weiteren Fortgang des eben zitierten Aufsatzentwurfs, im Zusammenhang der positiven Charakteristik der neuen, „jetzt dominierenden Gesellschaft“, wenn es dort heißt: „(...) das Enge, das Provinziale ist abgestreift. Große Interessen werden verhandelt, der Blick hat sich erweitert, er geht über die Welt.“)

All dies: die Enttäuschung durch die kulturelle Leistung des heimischen, märkisch-preußischen Adels (des Adels, den wir „haben“ und „hatten“), das Interesse an neu sich ausbildenden Typen und Formen gesellschaftlichen Lebens und am Ganzen der Kulturentwicklung überhaupt, die Frage nach den Möglichkeiten und Aussichten für die Entstehung neuer kulturtragender Schichten – all dies bestimmt offenbar den Horizont, innerhalb dessen Fontane das Phänomen des Berliner Judentums oder, um genauer zu sein: des zeitgenössischen, gebildeten Berliner Judentums betrachtet, und die Perspektive, unter der er es betrachtet. Es bestimmt sie hier, in diesem Aufsatzentwurf von 1878, es bestimmt sie aber auch – mit gewissen Modifikationen freilich – in späterer Zeit, bis in die letzten Jahre hinein, wie die vorhin zitierten Briefzeugnisse zeigen können und wie ich gleich noch an einem weiteren Zeugnis etwas näher zeigen will. Negativ gesagt und in Abhebung von dem, was man hier vielleicht erwarten könnte: es fehlt – jedenfalls hier, in diesem für die Publikation bestimmten Text von 1878 – jede Bezugnahme auf die damalige öffentliche Diskussion um die „Judenfrage“ und auf die antisemitischen Schlagworte, Stimmungen und Emotionen, von denen sie beherrscht wurde, unter dem Einfluß einer bereits sehr aktiven, entsprechenden Publizistik, besonders in der konservativen Presse: Vordringen jüdischer Wirtschaftsmacht als „Gefahr“, Juden als Protagonisten des „Manchestertums“ und des „Gründungsschwinds“, als Vertreter modernen „kapitalistischen“ oder auch „materialistischen Ungeistes“ [24]. Und wie man hinzusetzen muß – auch wenn man nicht geneigt ist, apologetisch zu diesem Thema zu reden –: es fehlt jede Art der Teilhabe an diesen Emotionen und Stimmungen – freilich auch jede Form der distanzierenden oder kritischen Stellungnahme (aus was für Gründen auch immer: sei es, daß Fontane hier nicht der Ort schien, auf diese Zeitstimmungen einzugehen, sei es, daß sie ihm überhaupt zu wenig

erheblich erschienen, zu wenig zum Problem geworden waren, um als solche zum Thema gemacht zu werden). Das wird anders, und zwar wiederum auf höchst bemerkenswerte Weise, in einem anderen, gleichfalls bislang noch unbekannten Zeugnis: einem Aufsatzentwurf mit dem Titel „Die Juden in unsrer Gesellschaft“, der sehr viel kürzer ist als der eben zitierte und in den frühen neunziger Jahren entstanden sein dürfte. Dort heißt es zunächst, wiederum stichwortartig: „Ahlwardt und seine Ungeheuerlichkeiten. Dies ausführlich behandeln und als unmöglich hinstellen“ [25]. Und dann weiterhin, sehr subjektiv (und sehr viel subjektiver und persönlicher als in dem eben zitierten, früheren Manuskript): „Ich bin nicht eigentlich ein Philosemit. Mir ist das Germanische lieber. Eine hübsche germanische Frauengestalt ist mir lieber als eine jüdische Schönheit (...).“ Nach einigen kurzen Bemerkungen ähnlich persönlichen Stils heißt es weiter: „Dann: ihre Berühmtheiten überall. Dann (auch wenn wir von allen Berühmtheiten absehen) die Juden als Träger feiner Bildung und Sitte. Natürlich vielfach nicht. Aber vielfach *doch*“ [26]. (Damit bricht der Entwurf ab, der offenbar sehr viel weniger weit gediehen ist als der frühere, vorher zitierte.) Hier hat man also eine Bezugnahme auf den zeitgenössischen Antisemitismus, schon gleich zu Anfang, in der Nennung des antisemitischen Agitators Hermann Ahlwardt, der seine Aktivität 1890 mit der Schrift „Der Verzweiflungskampf der arischen Völker gegen das Judentum“ begonnen hatte. Und man kann wohl sagen, daß der ganze Aufsatz schon durch diesen Hinweis, aber auch durch die weitere Gedankenführung nicht nur als Reaktion, sondern in gewisser Weise als Gegenreaktion, als Widerspruch gegen antisemitische Klischeevorstellungen angelegt ist. Und man kann damit zugleich diesen Fontaneschen Aufsatzentwurf als Beleg für die neue, verschärfte Situation in der Geschichte des deutschen Antisemitismus ansehen, wie sie sich in den frühen neunziger Jahren herausbildete und wie sie durch die politischen Erfolge radikaler Parteiantisemiten – etwa die Wahl Hermann Ahlwards in den Reichstag (1892) oder, deutlicher noch, durch das sogenannte Tivoli-Programm der Konservativen Partei (ebenfalls von 1892) – charakterisiert ist. Gleichzeitig aber hat man auch wieder das Motiv einer Beurteilung unter ‚kulturhistorischer Perspektive‘, und zwar – auch hier – nicht als ein Motiv neben anderen, sondern als Haupt Gesichtspunkt für die ganze Anlage des Textes.

An dieser Stelle müßte man nun eigentlich sehr viel genauer und ausführlicher, als es hier möglich ist, ins historische Detail gehen. Alle die eben zitierten Texte – die privaten Äußerungen ebenso wie die für die Öffentlichkeit bestimmten – sind ja nicht nur Belege für unser spezielles Thema, sondern zugleich Ausdruck und Zeugnis einer bestimmten gesellschaftlich-historischen Situation, und man müßte sie einordnen in diese Situation und in Fontanes Verständnis dieser Situation, das um 1878 ein anderes war als um 1890 oder gar in den späten 1890er Jahren. Um hier nur kurz das Wichtigste hervorzuheben, was auch in dem eben Zitierten bereits mehr oder weniger deutlich anklang: in der Zeit um 1878, zur Zeit der ersten Berliner Gesellschaftsromane und des vorhin zitierten Aufsatzentwurfs über Adel und Judentum, sah Fontane offenbar noch gewisse Ansätze oder zumindest gewisse Möglichkeiten für die Ausbildung einer neuen, bürgerlichen, nicht mehr an die „alten Familien“ gebundenen, geistig-kulturellen Führungs-

schicht, die an die Stelle der alten Adelsgesellschaft treten und sie vielleicht sogar überflügeln könnte an „Kosmopolitismus“, Weite des Blicks und Verhältnis zu Wissenschaft und Kunst. Und offenbar konnte ihm dabei und in diesem Zusammenhang die Gesellschaftssphäre des gebildeten jüdischen Bürgertums als symptomatisch, ja als beispielhaft für diese möglichen Neuentwicklungen erscheinen – und damit zugleich in einem typischen Verhältnis der Antithese und der Alternative zur alten Adelsgesellschaft, wie es uns in jenem Aufsatzentwurf von 1878 entgegentrat, wie man es ähnlich aber auch in anderen Texten dieses Zeitraums finden kann, in gewisser Weise auch in den beiden vorhin genannten Romanen dieser Epoche: in *L'Adultera* und in den Plänen zu *Storch von Adebar* (hier vor allem in der Konfrontation des Titelhelden mit der reichen und „vornehmen“ jüdischen Schwiegertochter, von der aus ein deutlich ironisches Licht auf die Figur des alten Landedelmanns und die Enge und Beschränktheit seiner ‚Prinzipien‘ fällt). All dies ist charakteristisch für die Situation der Zeit um 1878, ebenso wie auch die Konzeption der beiden männlichen Hauptfiguren in *L'Adultera*, Rubehn und van der Straaten, die beide deutlich als repräsentativ für bestimmte typische Möglichkeiten des damaligen Bürgertums angelegt sind. (Rubehn verkörpert sogar ziemlich deutlich den Typus des „vielereisten“, „kosmopolitisch geschulten Menschen“ von dem an der vorhin zitierten Stelle aus *Allerlei Glück* und, mit ganz ähnlichen Worten, auch in dem Aufsatzentwurf von 1878 die Rede war; van der Straaten dagegen den Typus des geschäftlich erfolgreichen, durch Witz und ästhetische Sensibilität ebenso wie durch eine gewisse gesellschaftliche Unsicherheit gekennzeichneten homo novus – einen Typus, den man ebenfalls, in gewisser Weise zumindest, in jenem Aufsatzentwurf vorgezeichnet finden kann.) All das ist, wie gesagt, charakteristisch für die Situation von 1878, aber offensichtlich nicht für die Situation von 1890 oder 1895, aus Gründen, die weniger mit einer veränderten Einstellung gegenüber den Juden, als mit einer veränderter Einschätzung der gesamten gesellschaftlichen Situation zusammenhängen. Die eben skizzierte Beurteilung der Lage hielt offenbar nicht lange vor: sie machte sehr bald – schon im Laufe der achtziger Jahre – einer anderen, weniger zuversichtlichen Auffassung Platz, die mehr und mehr durch eine neue Enttäuschung bestimmt war: eine Enttäuschung nicht durch den Adel, den wir „haben“ und „hatten“, sondern durch die kulturelle Leistung und Selbstdarstellung des deutschen Bürgertums. Sinnfälligster Ausdruck dieser Enttäuschung ist die Kritik am Typus des „Bourgeois“, die in den Briefen der achtziger Jahre ständig an Heftigkeit zunimmt und dann in *Frau Jenny Treibel* – entworfen gegen Ende dieses Jahrzehnts, erschienen 1892 – ihren wichtigsten und bekanntesten literarischen Niederschlag gefunden hat. Ein weniger auffälliger, aber nicht weniger kennzeichnender Ausdruck derselben Enttäuschung ist die Tatsache, daß der Begriff des „Kosmopolitismus“ und verwandte Wertbegriffe, in denen sich in den Jahren um und vor 1880 so etwas wie ein neues bürgerliches Gentleman-Ideal angedeutet hatte, bald danach merklich zurücktreten im Sprachgebrauch Fontanes wie in seinen Romankonzeptionen, an Gewicht und Bedeutung verlieren und, aufs Ganze gesehen, eine Episode dieser Zeit bleiben. Mit alledem entwickelte sich eine völlig neue Einstellung der gesamten gesellschaftlichen Situation, ja dem ganzen Verlauf der Kulturentwicklung gegenüber – und mit alledem verschwand auch die Möglichkeit,

den jüdischen Teil der Gesellschaft in der eben gekennzeichneten Weise als ‚repräsentativ‘ und in einem Verhältnis der ‚Antithese‘ zum Adel zu sehen.

Dies ist, in sehr großen Zügen natürlich, der allgemeine historische Rahmen, in dem man auch die Äußerungen Fontanes zum Thema ‚Judentum und Gesellschaft‘ – die eben zitierten ebenso wie die hier nicht zitierten – einordnen müßte; was freilich nicht heißt, daß sie aus der damit angedeuteten Entwicklung vollständig ableitbar oder erklärbar wären, und erst recht nicht, daß das Thema ‚Fontane und die Juden seiner Zeit und seiner gesellschaftlichen Umgebung‘ mit dem hier eben Dargelegten erschöpft wäre. Man müßte zweifellos noch ganz andere, sehr viel speziellere historische Zusammenhänge und mögliche Motivationen bedenken und sehr viel mehr zitieren, aus den Briefen wie aus den Werken, wenn man diesem Anspruch genügen wollte, stünde damit allerdings zugleich vor der Frage, ob eine abschließende, historisch-systematische Darstellung hier überhaupt möglich ist. Offenbar steht hier, je nach Kontext, Anlaß und Situation, sehr Verschiedenartiges nebeneinander, bald gleichzeitig, bald in unregelmäßigem Wechsel. Was wir hier betrachtet haben, waren Äußerungen Fontanes aus verschiedenen Zeiten, in denen die Stellung und die Rolle der Juden in der zeitgenössischen Gesellschaft zum Thema gemacht wurden; sie alle betrafen das, was man den jüdischen Beitrag zur allgemeinen Kultur nennen könnte; sie alle waren formuliert unter dem eigentümlichen ‚kulturhistorischen‘ Gesichtspunkt, den wir andeuteten und der offenbar etwas für Fontanes Gesellschaftsbetrachtung, hier wie in anderen Fällen, Charakteristisches ist. Und sie alle unterschieden sich, eben durch diese Art der Betrachtung, durchaus von den typischen Rede- und Denkweisen damaliger führender Antisemiten: sie zeigten, daß Fontane offenbar nicht daran dachte – wie Treitschke – die Juden als „Schaden“ oder „Unglück“ für die deutsche Kultur zu denunzieren, und auch nicht daran dachte, ihnen – wie der Hofprediger Stoecker – die Schuld an der zunehmenden ‚Entchristlichung‘ des deutschen Bürgertums zu geben oder in ihnen die Hauptschuldigen am Überhandnehmen des kapitalistischen „Ungeistes“, des „Gründer-Unwesens“, und am „schnöden Materialismus unserer Tage“ zu sehen, wie es Treitschke, Stoecker und viele andere damals taten [27]. Neben diesen Äußerungen aber stehen andere, oft im selben Textzusammenhang, in denen die Haltung des Schreibers sich mehr oder weniger deutlich berührt mit gewissen Motiven, gewissen gefühlsmäßigen Stereotypen und Vorurteilen dieser antisemitischen, zeittypischen Strömungen, oft unter dem Eindruck bestimmter, aktueller Zeitdiskussionen. Auch hierfür lassen sich Beispiele aus den verschiedensten Epochen zitieren, und einige sind auch oben bereits zitiert worden, zum Teil im Anschluß an ältere Arbeiten: die erregten Reaktionen auf die politischen Debatten der „Antisemitenzeit“ [28] um 1880, die wir oben erwähnten, gehören hier ebenso her wie die Spekulationen über den „jüdischen“ und den „germanischen Geist“, wie man sie besonders in den Briefen an Friedlaender nicht selten findet [29]; ebenso aber auch das Bekenntnis der Vorliebe für das „Germanische“ in dem zuletzt zitierten Aufsatzfragment oder auch die Reihe der Briefstellen, in denen von der „Kulturarbeit“ die Rede ist, die von den Juden „geleistet“ werde, gleichzeitig aber auch ein Ausdruck des Bedauerns über diese Entwicklung und über das Fehlen der ‚eigenen‘, ‚autochthonen‘ Kräfte unüberhörbar ist (wie in den eingangs zitier-

ten Briefen an Friedlaender und an das Ehepaar Guttmann, aber auch in einem Brief an den Prediger Jacobi von Anfang 1890, wo Fontane schreibt, das moderne Berlin habe – bei der Feier seines 70. Geburtstags – einen „Götzen“ aus ihm gemacht, das „alte Preußen“ aber habe sich „kaum gerührt und alles (wie in so vielen Stücken) den Juden überlassen“ [30].) Auch dies gehört offenbar zur geistigen Statur Fontanes, zu den Voraussetzungen seines Denkens und seinem historischen Ort in den verworrenen Auseinandersetzungen des 19. Jahrhunderts, und man wird es sehen müssen: dies Phänomen einer nationalen Begrenztheit der Perspektive und des Kulturbegriffs. (Denn es scheint mir klar und schon aus den wenigen hier angeführten Zeugnissen deutlich genug hervorzugehen, daß – wenn irgendwo – hier der eigentliche Berührungspunkt mit den verschiedenartigen antijüdischen Zeitströmungen liegt: in der Neigung zu nationalen oder vielleicht besser: patriotischen Vorurteilen, in der ständigen, latenten Bereitschaft, in bestimmten Situationen, in denen auf irgendeine Weise der Komplex der eigenen – und das heißt hier im wesentlichen: der preußischen – Geschichte und Tradition berührt wird, mit dem Gefühl und dem Ausdruck der eigenen „Gruppendifferenz“ zu reagieren [31].) Auch dies also wird man sehen müssen – ebenso wie die andere Seite der Sache, von der vorher die Rede war: die Fähigkeit zu einer freieren, ‚kosmopolitischen‘ Art der Betrachtung, die an der „Gesamt-Erscheinung der Gesellschaft“ interessiert ist und danach fragt, was für sie vorteilhaft oder nachteilig ist; eben der Art von Gesellschafts- und Geschichtsbetrachtung unter allgemein- ‚kulturhistorischem‘ Gesichtspunkt, die offenbar gleichfalls charakteristisch für Fontanes historischen Ort ist und die wir hier an einer Reihe von Textbeispielen beschrieben haben.

Anmerkungen

- [1] Wolfgang Paulsen, Theodor Fontane – The Philo-Semitic Antisemite, in: Year Book XXVI of the Leo Baeck Institute (1981), S. 303–322.
- [2] Ernst Simon, Theodor Fontanes jüdischer Komplex, in: Neue Zürcher Zeitung, 16. August 1970.
- [3] Theodor Fontane, Werke, Schriften und Briefe, hrsg. von Walter Keitel und Helmuth Nürnberger (1962 ff.; ‚Hanser-Ausgabe‘), Abteilung IV: Briefe, hierfür im folgenden die Abkürzung: Briefe), Bd. 3, S. 113–115. – Zum allgemeinen zeitgeschichtlichen Hintergrund vgl. auch den Brief an Philipp zu Eulenburg vom 21.11.1880, der mit dem Satz schließt: „Ich liebe die Juden, ziehe sie dem Wendo-Germanischen eigentlich vor – denn es ist bis dato mit letzterem nicht allzuviel – aber *regiert* will ich nicht von den Juden sein.“ (Ebd., S. 112.) – Hinter beiden Briefen steht die allgemeine Erregung um die Abgeordnetenhaus-Debatte vom 20./22. November 1880 über die „Antisemitenpetition“ Bernhard Försters, Ernst Henricis und anderer, eine Debatte, die durch die Anfrage des Fortschrittsabgeordneten Hänel nach der Haltung der Regierung in dieser Sache ausgelöst wurde; die Anfrage war von der Regierung mit der Erklärung beantwortet worden, man beabsichtige nicht, die verfassungsmäßig garantierten Zustände zu ändern. (Vgl. hierzu: Paul W. Massing, Vorgeschichte des politischen Antisemitismus, Frankfurt 1959, S. 43).
- [4] Briefe, Bd. 4, S. 714. – Bei der Paulsenschen Veröffentlichung handelt es sich um seine zweite Stellungnahme innerhalb einer öffentlichen Diskussion, die durch die Behandlung der „Judenfrage“ in seinem *System der Ethik* veranlaßt worden war. Vorher hatte zunächst

Gustav Levinstein in einem Vortrag, der in der Zeitschrift des ‚Centralvereins deutscher Staatsbürger jüdischen Glaubens‘ gedruckt wurde, gegen die Thesen Paulsens zur „Judenfrage“, insbesondere zum Verhältnis der Juden zu „Staat und Nationalität“, Einspruch erhoben (Wissenschaftlicher Antisemitismus, in: Im deutschen Reich, Januar 1896), worauf Paulsen in einem „Zusatz“ zum betreffenden Abschnitt in der vierten Auflage seiner *Ethik* (1897) repliziert hatte; hierauf entgegnete Levinstein in seiner Schrift *Professor Paulsen und die Judenfrage* (1897) und hierauf wieder Paulsen in einem Artikel in der *Deutschen Literaturzeitung* vom 14. Mai 1898, in dem er zugleich diese Schrift und den inzwischen erschienenen „Offenen Brief an Herrn Professor Friedrich Paulsen“ von Emil Lehmann (*Im deutschen Reich*, Dezember 1897) besprach. Dieser Artikel war Fontane, offenbar auf Paulsens Veranlassung, zugeschickt worden. Hauptthema der ganzen Kontroverse war – im Zusammenhang mit den Folgen von Emanzipation und Assimilation – das Problem des Verhältnisses von jüdischer und deutscher Gruppenidentität oder – in der Sprache der Kontroverse selbst: – des Verhältnisses von jüdischer und nationaldeutscher „Substanz“.

- [5] Briefe, Bd. 4, S. 159. – Das Zitat bei Reuter (ebenso wie die anderen, hier erwähnten Zitate) im 3. Abschnitt des Kapitels über den „Alten Fontane“ im 2. Band seines Fontane-Buches: „Hans-Heinrich Reuter, Fontane, 2. Bd. (1968), S. 742–756.
- [6] Briefe Theodor Fontanes, Zweite Sammlung, hrsg. von Otto Pniower u. Paul Schlenther, Bd. 2, 2. Aufl., Berlin 1910, S. 245.
- [7] Reuter, Bd. 2, S. 753.
- [8] John Kremnitzer: *Fontanes Verhältnis zu den Juden*, Diss. New York (1972).
- [9] Paulsen, S. 306.
- [10] Paulsen, S. 314.
- [11] Reuter, Bd. 2, S. 751.
- [12] Briefe, Bd. 4, S. 706.
- [13] Reuter, Bd. 2, S. 753.
- [14] Briefe, Bd. 3, S. 158f.
- [15] Briefe, Bd. 3, S. 260f.
- [16] Briefe, Bd. 3, S. 404 (Brief vom 13.7.1885).
- [17] Briefe, Bd. 4, S. 475.
- [18] Briefe, Bd. 4, S. 672 (Brief vom 26.10.1897).
- [19] Fontane schreibt dort, in einem Brief vom 16. Juni 1879: „Es liegen, seit Herbst v.J., angefangen, mehrere für die ‚Gegenwart‘ bestimmte Aufsätze in meinem Kasten; ich kann *diese* aber leider nicht hervorsuchen, weil ihre Bewältigung zu schwierig ist. Eins der Themata lautet ‚Das Judenthum und die Berliner Gesellschaft‘ und ist – was Sie von mir vielleicht nicht erwarten werden – ziemlich anti-adlig und sehr judenfreundlich abgefaßt. Das Thema ist so ernst und so gut zugleich, daß ich es mir durch flüchtige Behandlung nicht verderben will.“ (Briefe, Bd. 3, S. 27). Sowohl diese Charakteristik des Inhalts und der Thematik – die geringfügige Differenz in der Titelformulierung dürfte sich daraus erklären, daß Fontane hier aus dem Gedächtnis zitiert – als auch gewisse speziellere, inhaltliche Indizien scheinen mir mit Sicherheit darauf hinzudeuten, daß der hier charakterisierte und für die *Gegenwart* angebotene Aufsatz und der erwähnte Aufsatzentwurf identisch sind. – Dieser Aufsatzentwurf und der weiter unten erwähnte, kürzere sind inzwischen, zusammen mit einigen anderen Fontaneschen Nachlaßmanuskripten (ebenfalls Aufsatzentwürfen) und einem Brief Fontanes an den Journalisten Ernst Kossak, veröffentlicht worden. Siehe Vf.: Berlin und die Berliner. Neuentdeckte Fontane-Manuskripte, in: Jahrbuch der Deutschen Schillergesellschaft XXX, 1986, S. 34–82.
- [20] Das „und“ ist im Manuskript nachträglich eingefügt, ein vorausgehendes Komma versehentlich nicht getilgt.
- [21] Die Worte „jetzt dominierende“ nachträglich (über der Zeile) eingefügt, über gestrichenem „jüdische“.

- [22] Als besonders wichtige und aufschlußreiche Zeugnisse sind hier zu nennen: die im November 1878 erschienene Rezension des Buches *Berlin vor fünfzig Jahren* von Felix Eberty (dessen Verfasser dann später – als der „alte Eberty“ und Vater der Frau Marie Richter – in den Briefen an Friedlaender oft genannt wird), die Besprechung des Romans *Gloria* von Pérez Galdós, in dem die „Judenfrage“ zum Hauptthema gemacht ist (die Besprechung erschien im Juli 1880 in der oben genannten Zeitschrift *Die Gegenwart*) und der ausführliche Brief an Clara Stockhausen vom 27. Dezember 1878, der, fast chronikartig, über einige Gesellschaftsereignisse der jüngsten Zeit berichtet – darunter eine Soirée mit der sprichwörtlich schönen Grete Begas, der Frau des Bildhauers Reinhold Begas, und eine musikalische Matinée im Hause Fontane, mit einer Darbietung der „Archibald Douglas“-Ballade durch einen jungen Baron Senfft-Pilsach – und dann mit dem Resümee schließt: „Da haben Sie so Einiges aus unsrem und dem Berliner Leben. Grete Begas und Baron Senfft, zwei wundervolle Typen unsrer Gesellschaft; Juden- und Junkerthum.“ (Briefe, Bd. 2, S. 464.)
- [23] Man vergleiche hierzu vor allem die Worte, die hier – in einem skizzierten Gespräch über das gesellschaftlich „Wünschenswerte“ – dem Professor Heinrich Brose, einer der Hauptfiguren des geplanten Romans, in den Mund gelegt sind: „Vielgereiste, sprachensprechende, kosmopolitisch geschulte Menschen, die sich von dem Engen des Lokalen und Nationalen von Dünkel und Vorurteilen freigemacht haben, Mut, Sicherheit, Wissen und freie Gesinnung haben. Das sind meine Lieblinge. Und ich habe gefunden, daß sie die gesellschaftsbeherrschenden sind; sie beanspruchen keine Superiorität, aber sie haben sie.“ (Sämtliche Werke, ‚Hanser-Ausgabe‘, Bd. 5, 1. Aufl. (1966), S. 663.)
- [24] Vgl. hierzu etwa die reich dokumentierten Darstellungen in dem von Werner E. Mosse und Arnold Paucker herausgegebenen Sammelband *Juden im Wilhelminischen Deutschland* (1976), insbesondere – was die antikapitalistische, gegen „Manchestertum“ und „Gründungsschwindel“ gerichtete Polemik in der antisemitischen Publizistik schon der siebziger Jahre angeht – die entsprechenden Ausführungen in den Beiträgen von Reinhard Rürup, Werner E. Mosse und Werner Jochmann; besonders die Ausführungen Werner Jochmanns, S. 407 ff., wo es heißt: „Mit der Behauptung, ‚das Judentum‘ repräsentiere das ‚angewandte, bis zum Extrem durchgeführte Manchestertum‘ und dieses beherrsche das gesamte öffentliche Leben Deutschlands, ließen sich alle Gegner des Liberalismus einfangen und zu einer Interessengemeinschaft zusammenschließen. Gegen den vermeintlich jüdischen ‚Manchesterliberalismus‘ opponierten ungeachtet aller noch so tiefen Gegensätze vereint Katholiken und Protestanten, Christen und Atheisten, Konservative und antiständische Demokraten, Partikularisten und Unitaristen.“
- [25] Die Erwähnung des antisemitischen Agitators Hermann Ahlwardt (1846–1914) – dessen Publizität im Dezember 1892 mit seinem Einzug in den Reichstag einen Höhepunkt erreichte – ergibt zugleich einen Anhaltspunkt für die Datierung dieses Aufsatzentwurfs, zumal wenn man noch die Erwähnungen des Namens in vier Briefen Fontanes aus der Zeit von Dezember 1892 bis Oktober 1893 hinzunimmt (vgl. hierzu Vf., a.a.O., S. 63 f.)
- [26] Das letzte Wort im Manuskript unterstrichen. Vor dem zweiten „Dann“ ein Absatz im Manuskript.
- [27] Die beiden letzten Formulierungen zu finden in Treitschkes Aufsatz „Unsere Aussichten“ vom November 1879, der den ‚Berliner Antisemitismusstreit‘ auslöste. Vgl. hierzu die noch immer unersetzliche, höchst instruktive Textsammlung von Walter Boehlich: *Der Berliner Antisemitismusstreit*, Frankfurt 1965, und, zu Stoeckers Polemik, etwa die Ausführungen Rürups und Jochmanns in dem oben genannten Sammelband *Juden im Wilhelminischen Deutschland*, S. 49 ff. und S. 403 ff.
- [28] Diesen Ausdruck – „Antisemitenzeit“ – benutzt Fontane selbst einmal in einem späteren Brief, in einem kurzen Rückblick auf diese Epoche: „Es gab Zeiten während des Krieges mit Oestreich und bei Beginn des Kulturkampfs, wo ich mit meiner lieben katholischen Freundin Frau v. Wangenheim nicht mehr unbefangen reden konnte, und während der Antisemitenzeit

wiederholte sich das im Verkehr mit befreundeten jüdischen Familien. Und so jetzt wieder (und fast gesteigert, was man bei literarischen Dingen kaum glauben sollte) in der neuen brennenden Frage.“ (An Paul Heyse, 10. Dezember 1889; Briefe, Bd. 3, S. 739f.). Unmittelbarer Anlaß sind hier die durch den Naturalismus, besonders das Auftreten des jungen Gerhart Hauptmann, ausgelösten Kontroversen. – Die Briefstelle ist im übrigen ein interessanter Beleg für die relativ entspannte Situation, die in bezug auf unser Thema – für die späten achtziger Jahre charakteristisch ist.

- [29] Vgl. etwa die entsprechenden Äußerungen im Brief vom 19.9.1886: „(...) der germanische Geist ist dem jüdischen unendlich überlegen. Letzterer bringt einen auf die Dauer einfach zur Verzweiflung und kann einem das sogenannte ‚Geistreiche‘ geradezu verleiden“ und im Brief vom 8.7.1895: „Wie mein Gefühl gegen den Agrariergeist beständig wächst, so auch mein Gefühl gegen den *Judengeist*, der was ganz andres ist als wie die Juden. Der *Judengeist*, der uns 50 Jahre lang beherrscht hat, von Anno 20 bis Anno 70, ist kolossal überschätzt worden (...)“ (Briefe, Bd. 3, S. 488 u. Bd. 4, S. 460). Veranlaßt werden solche Betrachtungen bezeichnenderweise fast immer durch bestimmte persönliche Eindrücke und Begegnungen, wobei meist – so in den beiden eben zitierten Fällen – die Familie Eberty-Richter, nicht selten aber auch der von Fontane mit sehr wechselnden Gefühlen betrachtete Paul Lindau und seine Art des „Witzes“, des „geistreichen“ Ausdrucks, im Vordergrund stehen. Sie entsprechen gleichzeitig einer bekannten Fontaneschen Neigung zu scharf zugespitzten, stark vereinfachenden Generalisierungen, die im Alter noch zunahm, entsprechen aber zugleich auch einer allgemeinen Zeittendenz, die ihrerseits durch ein weitverbreitetes Denken in ‚Volksgeist‘- und ähnlichen, ‚völkerpsychologischen‘ Kategorien begünstigt wurde. Letzteres ein Zusammenhang, auf den schon Ernst Simon (a.a.O.) aufmerksam gemacht hat, unter Hinweis auf Moritz Lazarus und seine Beiträge zu einer wissenschaftlich begründeten Völkerpsychologie: „Der Freund seiner reifen Mannesjahre war der Mitbegründer der Völkerpsychologie *Prof. Moritz Lazarus*, von dem er vielleicht die gefährliche Neigung übernommen hat, mit Stammes- und Nationalcharakteren wie mit relativ festen Einheiten zu operieren.“
- [30] Briefe, Bd. 4, S. 18 (Brief vom 23.1.1890). Es ist offensichtlich das Motiv des berühmten, oben erwähnten Gedichts zum fünfundsiebzigsten Geburtstag, das hier, fünf Jahre vorher, bereits anklingt.
- [31] Dabei mag es, psychologisch gesehen, zu einer solchen Disposition, einer solchen Bereitschaft zu ‚nervösen‘, ‚gereizten‘ Reaktionen, nicht unwesentlich beigetragen haben, daß Fontanes Verhältnis zu dieser preußischen Tradition ebenfalls ‚ambivalent‘ war.

8.4.1988 in Hannover

Isotopengeochemie gasförmiger Kohlenwasserstoffe – Ein Beitrag zur Prospektion von Erdöl und Erdgas –

(Kurzfassung)

Von Wolfgang Stahl

Kohlenwasserstoffe, Verbindungen aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff, sind die energetisch und mengenmäßig wichtigsten Bestandteile von Erdölen und Erdgas. Sie sind aus organischen Substanzen, die nach ihrem Lebenszyklus durch schnelle Einbettung in anoxische Sedimente vor der Oxydation bewahrt wurden, in geologisch langen Zeiten entstanden. Da großkettige Kohlenwasserstoffe bei hohen Temperaturen zerfallen (Crackprozesse), ist das Vorhandensein von Erdöllagerstätten wegen der zur Tiefe hin zunehmenden Temperatur auf die oberen 5–6 km unserer Erde beschränkt. Die Erdölvorräte sind damit, im Gegensatz zu anderen mineralischen Rohstoffen, prinzipiell begrenzt, und die Wahrscheinlichkeit, neue große Vorkommen zu entdecken, wird zukünftig geringer werden. Obwohl zur Zeit keine Gefährdung bei der Erdölversorgung zu erkennen ist, kann diese Situation sich schnell ändern. Gründe sind:

- Steigender Energiebedarf durch die wachsende Weltbevölkerung und die Industrialisierung der Dritten Welt.
- Stagnierender Ausbau der Kernenergie.
- Relative Sicherheit und Umweltfreundlichkeit bei der Nutzung von Erdöl und Erdgas.
- Steigender Bedarf an Kohlenwasserstoffen als Grundrohstoff für die chemische Industrie.

In Anbetracht der langen, oft mehr als 10 Jahre dauernden Zeit, die zwischen der Entdeckung einer Lagerstätte und ihrer Inbetriebnahme liegt, müssen bereits heute neue Strategien zur Erdölsuche entwickelt werden, um künftige Engpässe bei dem umweltverträglichen Rohstoff Erdöl zu vermeiden. Die Entwicklung neuer Erdölprospektionsmethoden ist somit ein notwendiger Beitrag zur Daseinsvorsorge für das nächste Jahrhundert.

Für Entstehung von Erdöllagerstätten müssen viele Voraussetzungen erfüllt sein. Die beiden wichtigsten sind:

- Es muß im Untergrund ein **Muttergestein**, d.h. eine an geeignetem organischen Material reiche Gesteinsschicht in einer Tiefe vorhanden sein, in der die Temperatur bereits so hoch ist, daß chemische Reaktionen organische Substanzen zu Kohlenwasserstoffen umwandeln.
- Es muß im Einzugsbereich dieses Muttergesteins eine **Fangstruktur** vorhanden sein, die die aus dem Muttergestein zur Erdoberfläche wandernden Kohlenwasserstoffe sammelt und speichert.

Die Suche nach Erdöllagerstätten konzentriert sich heute auf das Erkennen geeigneter Strukturen im Untergrund von Sedimentbecken. Die wichtigste Methode zum Auffinden von Fangstrukturen ist die Seismik. Ein direkter Nachweis von Muttergesteinen, die Kohlenwasserstoffe generieren, war bisher ohne Tiefbohrungen nicht möglich.

Aussagen über die Existenz, die Reife und den Typ organischer Muttersubstanzen im tiefen Untergrund können inzwischen, nach langjährigen Entwicklungsarbeiten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover, durch die isotopen-geochemische Untersuchung der bei der Erdölbildung im Muttergestein entstehenden und zur Oberfläche wandernden gasförmigen Kohlenwasserstoffe gemacht werden [1]. Diese geochemische Methode basiert auf folgenden Überlegungen: Die Erdölgenese erfolgt nur in wasserstoffreichen Muttersubstanzen, i.a. bevorzugt in Muttergesteinen aus marinen und lacustrinen Ablagerungsbereichen. Die Reifung von Muttergesteinen mit hohen Anteilen an höheren Landpflanzen führt zu Kohlen. Die Bildung von Erdöl ist außerdem tiefenmäßig begrenzt. Sie ist nur in einem bestimmten Temperaturbereich, dem Ölfenster, möglich. Dort muß die Temperatur bereits so hoch sein, daß chemische Reaktionen, die die Muttersubstanzen zu Kohlenwasserstoffen umwandeln, bereits anlaufen, aber noch so niedrig, daß die Erdölmoleküle nicht gecrackt werden. Immer entsteht bei der Reifung über den gesamten Temperaturbereich Methan, der leichteste gasförmige Kohlenwasserstoff, der sich aus einem Kohlenstoffatom und 4 Wasserstoffatomen aufbaut.

Der Kern des Kohlenstoffatoms besteht aus 6 Protonen und 6 Neutronen. Mit einer natürlichen Häufigkeit von etwa 1 % sind jedoch 7 Neutronen im Kohlenstoffkern eingebaut. Damit existieren zwei stabile Isotope: Kohlenstoff-12 und Kohlenstoff-13. Bei der Reifung, d.h. bei der Bildung des Methans aus der Muttersubstanz, tritt aufgrund unterschiedlicher Bindungsenergien der Kohlenstoffisotopen in der Kohlenstoffmatrix der organischen Substanz eine Verschiebung der Kohlenstoffisotopenverhältnisse zugunsten des schwereren Kohlenstoffs ein. Die thermische Belastung der Muttersubstanz ist also im Kohlenstoffisotopenverhältnis des bei der Reifung entstehenden Methans dokumentiert. Außerdem ist das Kohlenstoffisotopenverhältnis des Methans von der Zusammensetzung des organischen Ausgangsmaterials abhängig. Da Methan als kleines Molekül leicht aus einer Muttersubstanz bis zur Erdoberfläche migriert, bringt es durch die Isotopenverhältnisse seiner Kohlenstoffatomkerne wichtige Informationen über die Reife und den Typ seiner Muttersubstanz mit. Es können somit aus chemischen Untersuchungen von Gasen, die in oberflächennahen Sedimenten in geringsten Mengen (μl Methan/kg Gestein) adsorbiert sind, Aussagen über die Erdöl-höflichkeit des tiefen Untergrunds gewonnen werden.

Die Gesteinsproben für die Untersuchungen werden im kontinentalen Bereich durch Flachbohrungen aus 15 bis 20 m Tiefe, auf See durch 1 bis 2 m lange Schwerelote aus Wassertiefen bis 2.000 m gewonnen. Die in den Sedimentproben adsorbierten Gase werden gaschromatographisch getrennt und das Methan isotopengeochemisch in einem Massenspektrometer untersucht [2]. Bisher hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover 25 großräumige Fallstudien weltweit durchgeführt. In 80 % der Fälle konnten richtige Aussagen über Typ und Reife der Mutter-

gesteine im Untergrund erzielt werden [3]. Die Studien zeigen, daß die Methode im marinen Bereich wegen kleinerer Störeffekte besser als an Land einsetzbar ist.

Die Methode kann zur Entscheidungsfindung bei der Konzessionsnahme umstrittener Gebiete und zur Prioritätsentsetzung beim Abbohren seismisch erkannter Strukturen benutzt werden. Sie ermöglicht es, das Kohlenwasserstoffpotential eines Gebiets einzuschätzen und im Zusammenwirken mit seismischen und erdölgeologischen Verfahren eine Höffigkeitsbewertung von Untergrundsstrukturen vorzunehmen.

Literatur

- [1] STAHL, W.: Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse von Erdgasen. Erdöl und Kohle 28, 188–191, 1975.
- [2] FABER, E., STAHL, W.: Analytic procedure and results of an isotope geochemical surface survey in an area of the British North Sea. In: J. Brooks (ed.): Petroleum geochemistry and exploration of Europe, 51–53, London, 1983.
- [3] STAHL, W., BERNER, U., FABER, E.: Progress in isotope geochemical surface exploration. Proc. 3rd. Asean Council of Petroleum, Vol. 2, 159–173, Kuala Lumpur, 1986.

6.5.1988 in Loccum

Zur Geschichte und heutigen Situation des Klosters Loccum

Von **Eduard Lohse**

Das Kloster Loccum wurde im Zuge einer Reformbewegung gegründet, die im Lauf des 12. Jahrhunderts das westliche Europa erfaßte. Von Cîteaux ausgehend, fand der Zisterzienserorden weite Verbreitung, so daß gegen Ende des Jahrhunderts 1500 Zisterzienserklöster – teils Männer-, teils Frauenklöster – in Europa bestanden. Volkerode in Thüringen, 1131 gegründet, ist das Mutterkloster von Loccum. Der Graf Hallermund und seine drei Söhne stifteten 1163 im Dom zu Minden für das Kloster den Platz zu Siedlung und Kirchenbau. Anfänglich hat die Loccumer Kommunität in Holzbauten gelebt, ehe die endgültige Bestimmung des Ortes gefunden wurde. Die Kirche ist dann in einem Zuge errichtet worden, vom Chor in spätromanischer Form beginnend, in der Fortsetzung in frühgotischer Gestalt. Die Kirchweihe wurde 1277 gehalten. Seither ist an dem großen, in schlichter Gestalt gehaltenen Kirchbau nur noch wenig verändert worden.

Im Mittelalter war die Laienkirche von der Mönchskirche durch einen Lettner getrennt. Das romanische Hochkreuz des Cruzifixus hing über dem Lettner. Der mit Heiligenfiguren geschmückte Laienaltar stand vor dem Lettner, der Laienkirche zugewandt. Erst bei der Renovierung dieses Jahrhunderts hat man den Laienaltar im Chor neu aufgestellt und dem Tafelkreuz seinen Platz in der Höhe zum Eingang des Chores zugewiesen. Das geschnitzte Chorgestühl ist mittelalterlichen Ursprungs. Im späten Mittelalter ist das Sakramentshäuschen in hochgotischer Form gefertigt worden, das mit der Stiftung des Fronleichnamfestes in Zusammenhang steht.

Die Äbte zu Loccum haben von der Gründung an eine recht unabhängige Stellung eingenommen. Dem Kloster wurden größere Landschenkungen übereignet. Rechte und Privilegien des Abtes sind durch päpstliche und kaiserliche Urkunden verschiedener Zeiten immer wieder bestätigt worden, so zum ersten Male in einer von Papst Lucius III. unterzeichneten Urkunde von 1183 und später in einer Urkunde, die Kaiser Karl V. 1530 auf dem Reichstag zu Augsburg unterfertigte. Im Lauf des 16. Jahrhunderts hat die Kommunität von Loccum ganz langsam und behutsam den Weg in die evangelische Kirche angetreten.

Dieser Prozeß ist mit dem Ende des 16. Jahrhunderts abgeschlossen. Der damalige Abt Stracke ließ einen aus Sandstein hergestellten Taufstein am Eingang der Kirche aufstellen – ein Zeichen dafür, daß die Kirche nun als Pfarrkirche genutzt wurde, in der auch Taufen vollzogen wurden. Die Annahme des Augsburger Bekenntnisses bedeutete jedoch keinen Bruch mit der seitherigen Geschichte des Klosters. Man entsandte fortan keine Delegierten mehr zu den Generalkapiteln der Zisterzienser. Doch wurde Loccum aus dieser Gemeinschaft auch nicht ausgeschlossen. Die Verbindungen sind langsam eingeschlafen, aber nicht bewußt zerschnitten worden. Der Vorzug dieses geschichtlichen Erbes konnte in neuerer Zeit dazu genutzt werden, wieder freund-

schaftliche Beziehungen mit dem Zisterzienserorden aufzunehmen, deren Generalabt im letzten Jahrzehnt zweimal zu einem Besuch nach Loccum gekommen ist.

Auch nach der Reformationszeit blieb das monastische Leben in Loccum bestehen. Erst im 18. Jahrhundert trat eine gewisse Lockerung ein, indem einige Konventualen die Ehe eingingen und außerhalb des Klosters ihre Wohnung nahmen. Das Stundengebet wurde weiterhin gehalten, weil man junge Kandidaten der Theologie in Loccum wohnen, studieren und die gottesdienstlichen Aufgaben versehen ließ. Auf diese Weise erwuchs aus der klösterlichen Tradition zu Beginn des 19. Jahrhunderts eines der ersten Predigerseminare in Deutschland. Seither hat das Predigerseminar im Kloster seinen festen Ort. Die allabendliche Hora wird in ununterbrochener Kontinuität bis heute gehalten.

Die Klosteranlage ist in ihrer durch die mittelalterliche Geschichte gestalteten Ordnung nahezu unverändert geblieben. Das Konventsgebäude, das 1779 fertiggestellt wurde, bildet den jüngsten Teil in der quadratisch angelegten Ordnung des Klosters. Der Kirche gegenüber befindet sich das spätgotische Refektorium – neben der geistlichen Speise des Gottesdienstes bedarf der Mensch der leiblichen Ernährung, die im Speisesaal gereicht wird. Der Kreuzgang ist in seinen wesentlichen Teilen erhalten, nur ein Stück ist bei der Einrichtung des Predigerseminars für einen Teil der inzwischen umfangreich gewordenen Klosterbibliothek hergerichtet worden.

Weder das wechselnde landesherrliche Regiment noch politische Veränderungen oder Kriegseignisse haben Loccum nennenswerten Schaden zufügen können. Bedeutende Äbte in der Geschichte des Klosters haben die besonderen Vorzüge, die die ununterbrochene Geschichte des Klosters bietet, nutzen können. So hat der Abt Molan um die Wende vom 17. zum 18. Jahrhundert sich darum bemüht, Gespräche der Verständigung zwischen Repräsentanten der katholischen und der evangelischen Kirche zu führen. 1750 hat der Abt Ebell die Landschaftliche Brandkasse begründet, um durch Feuersbrunst geschädigten Bauern zu neuem Beginn aufzuhelfen. Die geschichtlich überkommene Verbindung zwischen Landschaftlicher Brandkasse und Kloster Loccum besteht bis heute.

Die Verflochtenheit des Klosters mit der Geschichte der hannoverschen Stammlande wie auch die besonderen Möglichkeiten, ökumenische Kontakte zu pflegen, werden bewußt genutzt. Ausbildung junger Theologen auf der einen, kirchliche Begegnungen und Kontaktnahmen auf der anderen Seite lassen das Kloster auch in seinen heute gegebenen Möglichkeiten zur Wahrung und Förderung des geschichtlichen Erbes tätig sein. Abt, Prior und Konvent des Klosters sind sich der hohen Verpflichtung wie auch der unvergleichlichen Chancen bewußt, die das ihnen anvertraute Erbe eröffnet.

6.5.1988 in Loccum

Einige Gedanken zur Entwicklung von Kultur- und Naturlandschaft im Gebiet um Loccum

Von Gerhard Oberbeck

1. Zur Lage des Klosters Loccum

Das Zisterzienserkloster wurde 1163 vom Grafen Wilbrand v. Hallermunt in der Nähe einer bereits vorhandenen Siedlung angelegt, also nicht in der „Wildnis“ oder der „Einöde“, wie es in der damaligen Zeit bei Klostergründungen häufig üblich war. Hinzu kommt die – großräumig gesehen – verkehrsgünstige Lage, die durch die Weser, die Porta Westfalica und die west-ost-verlaufenden Fernhandelsstraßen (wie z.B. den Hellweg) gewährleistet war.

Die Mönche kamen aus Volkerode bei Mühlhausen, nahmen aber ebenfalls bald weitreichende Kontakte bis nach Reinfeld bei Lübeck auf. Dank umfangreicher Schenkungen, z.B. durch Heinrich d. Löwen, war der wirtschaftliche Wohlstand bald gesichert. Einige Stadthäuser, die die Abtei erwarb (z.B. in Hannover, 1320), dienten als Übernachtungs-, aber auch als Warenumschatzstellen. Produkte des Klosterergutes und der abgabepflichtigen bäuerlichen Betriebe wurden offensichtlich nicht nur am Ort verbraucht, was die „Zentralität“ Loccums sowohl in kultureller als auch in wirtschaftlicher und verkehrsmäßiger Hinsicht betont.

2. Zur Siedlungstätigkeit im Bereich der Hagenhufendörfer

Gegen Ende des 12. und vor allem zu Anfang des 13. Jahrhunderts wurde der zwischen dem Steinhuder Meer und dem Bückeberg sich erstreckende Dülwald gerodet und planmäßig mit bäuerlichen Siedlungen, den Hagenhufendörfern, besetzt. Dieser Vorgang wurde sowohl von den Grafen v. Roden-Wunstorf als auch später vom Grafen Adolf v. Schaumburg eingeleitet.

Die Leitlinien für die Zeilendörfer waren Bäche und Straßen, die Flur wurde gradlinig in sog. „Breitstreifen“ aufgeteilt. Die Grundstruktur der Dörfer ist bis heute erhalten geblieben.

Die meisten dieser Siedlungen sind an den Ortsnamenendungen auf -hagen zu erkennen. Einige ältere Dörfer, so z.B. mit Endungen auf -bek, -hausen oder -horst, wurden in die wirtschaftliche Umstrukturierung mit einbezogen. Zu Zentren entwickelten sich die Orte Hagenburg und Stadthagen (gegründet 1224).

Den Siedlern wurden durch das Hägerrecht, das nur mündlich überliefert war, persönliche Freiheit und materielle Vorteile zugesichert. Inwieweit Kontakte zwischen der Hagenhufenregion und den Zisterziensern in Loccum bestanden haben, ist bisher kaum bekannt; immerhin wurde das bei Stadthagen gelegene Zisterzienserkloster Bischoperode nach Gründung der Stadt, die 1224 noch als „Grevenalveshagen“ bezeichnet wurde, nach Rinteln verlegt.

3. Zur Entstehung des Steinhuder Meeres

Das Steinhuder Meer besitzt bei einer Ausdehnung von etwa 32 km² nur eine maximale Wassertiefe von 3 m. Die Frage seiner Entstehung ist von zahlreichen Autoren, meist Geologen und Geographen, diskutiert worden. Für die meisten handelt es sich um eine Bildung aus dem Glazialbereich der Saalevereisung (Rehburger Stadium) oder der Periglazialzone des jüngeren Weichselglazials. Sowohl Moränenreste als auch Akkumulationen im Zusammenhang mit der Bildung der ausgedehnten Weserniederterrasse (Weichselglazial) werden angeführt. Auch eine Ansammlung von Toteisblöcken als Reste der Glazialzeit oder speziell auch Vorgänge im Periglazialbereich (z.B. Thermokarst) dienen der Erklärung. U.a. Dienemann deutet das „Meer“ als allein äolisch entstandene Ausblasungswanne der Glazialzone, während andere Autoren (z.B. Seedorf) auch Auslaugungsvorgänge bei den im Untergrund vorhandenen Salzvorkommen für möglich erachten. Viele Argumente sprechen, auch im Vergleich mit ähnlichen, wesentlich kleineren Seen am Rande von Urstromtälern, für äolische Wirkungen in vegetationslosen Gebieten des Glazial- und Periglazialbereiches, wobei die Winde aus westlicher bzw. nordwestlicher Richtung (vgl. Poser) wehten.

11.6.1988 in Clausthal-Zellerfeld

Einige Bemerkungen zur Einstellung des Bergbaus im Rammelsberg bei Goslar

Von **Gerhard Oberbeck**

Während unserer heutigen BWG-Sitzung habe ich erfahren, daß Ende Juni, d.h. in etwa drei Wochen, der Bergbau im Rammelsberg bei Goslar endgültig eingestellt werden soll. Dies ist ein Ereignis von historischer Dimension, das unsere Gesellschaft kurz würdigen sollte, zumal damit mehr als 900 Jahre ununterbrochener „Arbeit im Berg“ ein Ende finden.

Die Anfänge der an dem Flübchen Gose gelegenen Stadt Goslar reichen bis in das 9. Jahrhundert, wahrscheinlich aber noch wesentlich weiter zurück. Von einem Wiekort, einer Handelssiedlung am Wasser, wird um 922 berichtet. Der Bergbau in dem südlich des Ortes gelegenen Rammelsberg wird wohl auch in dieser Zeit begonnen haben, 968 war er jedoch wirtschaftlich bereits von Wichtigkeit. Die Vorkommen an Kupfer- und Bleierzen sowie der Silberreichtum hatten aber auch politische Auswirkungen. Kaiser Heinrich II. (1009–24) verlegte wahrscheinlich um 1020 die Pfalz von Werla (bei Schladen) nach Goslar. Heinrich III. und Heinrich IV. sorgten für einen prunkvollen Ausbau der Stadt, in der bis zu Beginn des 13. Jahrhunderts zahlreiche Reichstage stattfanden. Erzverarbeitung und -exporte sowie das Prägen von Silbermünzen bescherten u.a. der Stadt Goslar großen Reichtum.

Macht und Reichtum Goslars haben die Entwicklung Norddeutschlands im Hoch- und Spätmittelalter entscheidend geprägt, zumal die norddeutschen Städte in der zweiten Hälfte des 12. und zu Beginn des 13. Jahrhunderts ihre entscheidenden Impulse zur Stadtwerdung bzw. -gründung erhielten.

Die Ächtung Heinrichs des Löwen hatte die Parzellierung des sächsischen Herzogtums als Ergebnis. Sie beruhte formal auf der Weigerung des Herzogs, Kaiser Friedrich Barbarossa Heeresfolge zu leisten. Die Ursache hierfür wiederum war die Absage des Kaisers, Heinrich Goslar – und damit das Erz des Rammelsberges – zu Lehen zu geben. Goslar wurde 1320 Freie Reichsstadt; es gehörte seit 1281 der Hanse an, was die vielen wirtschaftlichen Verbindungen kennzeichnet.

Während der spätmittelalterlichen Wüstungsperiode, besonders im 14. und 15. Jahrhundert, wurden am nordwestlichen Harzrand viele kleinere erzverarbeitende Hüttenbetriebe (nach Rippel, 1959) aufgegeben. Goslar und der Bergbau im Rammelsberg wuchsen weiter und erlebten eine wirtschaftliche Blüte in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Der anschließende Niedergang hatte seine Ursache in der Tatsache, daß das Hinterland der Stadt und auch der Rammelsberg in den Besitz des Herzogs von Braunschweig übergingen (1552).

Ein erneuter Aufschwung setzte erst im Industriezeitalter ein, vor allem aber auch infolge veränderter politischer Verhältnisse.

54 Einige Bemerkungen zur Einstellung des Bergbaus im Rammelsberg bei Goslar

Mit der Entdeckung des Neuen Lagers im Rammelsberg (1859) erhielt der Bergbau erneuten Auftrieb, eine Entwicklung, die nun – im Jahre 1988 – endgültig abgeschlossen ist.

Wir sollten den Ideenreichtum und die Tatkraft der Bergleute, die die Bodenschätze des Rammelsbergs mehr als 920 Jahre nutzten, nicht vergessen!

11.6.1988 in Clausthal-Zellerfeld

**Beitrag der Tiefbohrtechnik
zur Internationalen Lithosphärenforschung
(Kurzfassung)**

Von **Claus Marx**

Zusammenfassung

Das geologische Weltbild hat in den letzten 20 Jahren eine revolutionäre Veränderung erfahren. Die Tiefbohrtechnik hat dazu einen wesentlichen Beitrag geleistet und wertvolles Probenmaterial sowohl der ozeanischen als auch der kontinentalen Kruste aus Tiefen bis zu 12 km zutage gebracht.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen die Ergebnisse der Lithosphärenforschung und die herausragenden bohrtechnischen Entwicklungen aufgezeigt werden.

**1 Das Modell der Plattentektonik und seine Auswirkungen
auf das neue geologische Weltbild**

Die Ergebnisse der internationalen Lithosphärenforschung der letzten 20 Jahre haben das Bild über die Entstehung von Kontinenten und Ozeanen völlig verändert. Die Bohrtechnik hat dabei erhebliche Beiträge geleistet.

Nach den Vorstellungen der Globaltektonik besteht die Lithosphäre aus einer Anzahl separater, gegeneinander grenzender Platten. Die Ränder dieser Platten sind durch intensive Bewegungen gekennzeichnet; an ihnen konzentrieren sich Erdbeben und Vulkanismus.

An den mittelozeanischen Rücken den sogenannten „Rifts“ wird ständig neue ozeanische Kruste gebildet, indem basaltische Schmelze aus dem Bereich des oberen Erdmantels aufsteigt und sich senkrecht zu diesen unterirdischen Gebirgszügen von über 70.000 km Länge nach beiden Seiten, mit einer Bewegungsgeschwindigkeit von 1–10 cm/Jahr, bewegt (Sea floor spreading). Bei der Abkühlung scheiden sich kleine Magnetitkristalle (Fe_3O_4) aus und werden in Richtung des Erdfeldes magnetisiert. Dadurch läßt sich nachweisen, daß in Abständen von einigen 10.000 bis 100.000 Jahren eine Inversion des Magnetfeldes stattgefunden hat, und sich entsprechend in der ozeanischen Kruste Streifen unterschiedlicher magnetischer Ausrichtung abzeichnen, die jüngsten Streifen verständlicherweise riftnah. Mit dem Abstand zum mittelatlantischen Rücken nimmt das Alter der streifenartigen Leistenschollen entsprechend zu. Allein während der letzten 4 Mill. Jahre können 22 solche Inversionen im atlantischen Bereich festgestellt werden.

An der anderen Grenze einer Platte wird die sich ausbreitende Lithosphäre verschluckt, indem die im Gegensatz zur kontinentalen Kruste schwerere ozeanische Kru-

ste schräg unter die Kontinentalränder abtaucht (Subduktion). Die Subduktionszonen lassen sich an solchen Stellen lokalisieren, wo sich Tiefseegräben erstrecken. Das Abtauchen ist mit hoher Seismizität verbunden und kann bis in Tiefen von über 700 km nachgewiesen werden. In der Tiefe wird das abgetauchte Krustenmaterial wiederum vom Mantelmaterial aufgeschmolzen, so daß ein großer Kreislauf entsteht und das aufgeschmolzene Material wie in einer großen Rotationsbewegung wieder in den Bereich der mittelozeanischen Rücken geführt wird, um dort erneut aufzusteigen. Die treibende Kraft wird in einer thermischen Konvektion gesehen, die Bewegung daher auch als „Konvektionswalze“ bezeichnet.

Diese knappe Skizzierung der modernen Plattentektonik hat bedeutende Konsequenzen für das geologische Weltbild:

- Transportvorgänge mit Lagerstättenbildung, Vulkanismus, Erdbeben und Blattverschiebungen.
- Das Alter der Kruste. Während sich die ozeanische Kruste durch Bildung und Subduktion ständig erneuert und in der Nähe der Subduktion ein Alter von max. 200 Mill. Jahren aufweist, hat man an Krustenmaterial der Kontinente ein Alter von fast 4 Mrd. Jahren ermitteln können.
- Mit der Subduktion werden auch Sedimente und gewaltige Wassermengen verschluckt und bewirken durch die fluiden Phasen u.a. den andesitischen Vulkanismus mit hoher Explosivität und Bildung reicher Lagerstätten.
- In Riftzonen gelangen zusätzlich große Wassermengen über Risse und Klüfte in tiefere Abschnitte der jungen ozeanischen Kruste und steigen gesättigt mit vielen Mineralen wieder auf, so daß es auf dem Meeresboden durch Ausfällung zu erheblichen Mineralkonzentrationen und Lagerstättenbildungen kommt (Manganknollen, Sulfiderze und Erzschlämme). An den mittelozeanischen Rücken sind Felder mit tausenden von Austrittsöffnungen, den sogen. „Vents“ bekannt, aus denen mineralreiche Wässer mit Temperaturen bis 350°C austreten und dabei bis zu 25% Mineralbestandteile gelöst enthalten.

Berechnungen haben ergeben, daß mengenmäßig das Wasser aller Ozeane durch die angesprochenen Transportvorgänge an den Plattenrändern innerhalb von 8 Mill. Jahren einmal durch die ozeanische Kruste zirkuliert. Die Meerwasserchemie ist demnach weniger durch Zuflüsse von den Kontinenten bestimmt, als vielmehr durch Austauschvorgänge mit der ozeanischen Kruste.

2 Der Beitrag der Bohrtechnik zur Internationalen Lithosphärenforschung

Die Lithosphärenforschung hat zum Ziel, mit Hilfe der Bohrtechnik die Erdkruste bis in möglichst große Tiefen zu erkunden, um Aufbau, Alter, Bildung und Veränderung dieser oberen Erdschichten besser zu verstehen. Die Lithosphärenforschung, unter Nutzung der Methoden der Tiefbohrtechnik, gliedert sich in Projekte zur Erforschung der ozeanischen Kruste und in Projekte zur Erforschung der kontinentalen Kruste.

Ozeanische Tiefbohrungen

Drei größere Forschungsprojekte stehen im Zusammenhang mit der Erforschung der ozeanischen Kruste:

1. Das Mohole-Projekt der USA (1960–1965)

Das Projekt wurde nach der Phase II aus Kostengründen zugunsten der amerikanischen Mondprojekte aufgegeben. Ziel war es, die gesamte Kruste bis in den Mantelbereich der Erde mit einer Bohrung zu durchdringen. Der Übergang von der Kruste zum Mantel wird in der Geophysik als Mohorovičić-Diskontinuität bezeichnet, daher auch die Projektbezeichnung „Mohole“.

In der Nähe von Hawaii sollte diese Bohrung bei ca. 6.000 m Wassertiefe bis zu einer Endteufe von etwa 11–12 km geführt werden. Folgende bohrtechnische Entwicklungen verbinden sich mit diesem Projekt:

- Entwicklung einer Bohrturbine mit hohlem Rotorschacht, so daß die Bohrkern mit dem Innenrohr ohne Ausbau des Gestänges zutage gebracht werden können,
- Entwicklung und Erprobung von Diamantbohrkronen, die durch das Gestänge ausgewechselt werden können und dadurch ebenfalls einen „Roundtrip“ sparen,
- Entwicklung von Systemen zur elektrischen Bohrlochvermessung bis 15 km Länge.

2. Das Deep-Sea-Drilling Projekt (DSDP) der USA (1968–1983)

Ziel dieses Projektes war die Erforschung der Prozesse bei der Entstehung der Ozeane. Das Projekt wurde von den USA gestartet und ab 1974 für internationale Beteiligung geöffnet. Neben Kanada, Großbritannien, Frankreich und Japan haben sich die Bundesrepublik Deutschland und zeitweilig auch die UdSSR an dem Projekt beteiligt. Insgesamt wurden 1.092 Bohrungen durch die Sedimentdecke aller Weltmeere bis in die ozeanische Kruste gebohrt. Ein weiteres Ziel des Projektes war die Überprüfung neuer Hypothesen der Geophysik durch Messung und Beobachtung auf dem Gebiet der Seismologie, Krustenforschung und Paläomagnetik. Die zuvor knapp dargestellte globale Plattentektonik ist im wesentlichen durch das DSDP-Projekt entwickelt oder bestätigt worden.

Zu den bedeutendsten bohrtechnischen Entwicklungen dieses Projektes zählen:

- Einsatz eines Bohrschiffes mit dynamischer Positionierung (also ohne mechanische Ankerung) und hoher Betriebsbereitschaft auch bei starkem Seegang,
- Entwicklung spezieller Kernbohrverfahren, um ungestörte Bodenproben sowohl in weichsten Sedimenten als auch harten kristallinen Gesteinen und stark gestörten Formationen erfolgreich bohren zu können,
- Entwicklung einer „Re-Entry-Technik“, die es erlaubt, das Bohrgestänge zum Meißelwechsel zu ziehen und selbst bei Wassertiefen bis 6.000 m sicher wieder in den Bohrlochmund auf dem Meeresboden einzuführen,
- Entwicklung eines Bohrstranges hoher Festigkeit, der die kombinierte Beanspruchung durch Schiffsbewegung, hohe Axiallasten und Rotation sicher erträgt.

3. Das Ocean Drilling Program (ODP) ab 1985

Als Fortführung des Deep-Sea-Drilling-Projektes wurde das ODP-Projekt mit

einem neuen, größeren und vor allem leistungsfähigeren Bohrschiff „Sedco/BP 471“ mit einer Teufenkapazität für Bohrungen bis 10.000 m konzipiert.

Das neue Bohrschiff ist mit einem 7-stöckigen Labortrakt ausgerüstet, so daß alle wesentlichen Untersuchungen an den gezogenen Kernen sofort erfolgen können.

Das ODP-Programm ist ein internationales Gemeinschaftsprogramm und hat folgende wissenschaftliche Zielsetzungen:

- Weitere Erforschung der Entstehung und Entwicklung der ozeanischen Erdkruste
- Geologischer Aufbau an Kontinentalrändern
- Entstehung und Entwicklung mariner Sedimentabfolgen
- Ursachen der Langzeitveränderung von Atmosphäre, Hydrosphäre, Eiskappen, Erdmagnetfeldern.

Kontinentale Tiefbohrungen

Neben den genannten Großprojekten der ozeanischen Lithosphärenforschung sind in den letzten Jahren Bohrungen zur Erforschung der kontinentalen Kruste hinzugekommen und zusätzlich wurde eine Vielzahl neuer Bohrprojekte konzipiert. Hier muß auf die Pionierleistung der UdSSR hingewiesen werden, die insgesamt 11 Projekte zur wissenschaftlichen Erforschung der kontinentalen Kruste mit geplanten Bohrteufen von 12–15 km begonnen hat. Die Bohrung Kola SG 3 hält mit 12.066 m den derzeitigen Tiefenrekord und hat neue Erkenntnisse über den Aufbau der kontinentalen Kruste erbracht.

In der Bundesrepublik Deutschland wurde im September 1987 mit einer Vorbohrung auf der Lokation Windischeschenbach das Kontinentale Tiefbohrprogramm (KTB) der Bundesrepublik Deutschland gestartet. Die Vorbohrung soll bis in 3–5 km Teufe kontinuierlich gekernt werden. Anfang September 1988 hat die Bohrteufe 3.000 m überschritten. Die erreichten Bohrleistungen mit einer erweiterten Kernbohrtechnik haben die Erwartungen hinsichtlich Kernaussbringung und Bohrgeschwindigkeit nennenswert übertroffen.

Die Hauptbohrung hat eine geplante Endteufe von 12–14 km; sie soll auf demselben Bohrplatz Ende 1989 beginnen.

Die bisherigen bohrtechnischen Entwicklungen im Zusammenhang mit dem KTB-Projekt betreffen u.a.:

- Konzept einer neuartigen Bohranlage für die Hauptbohrung mit automatischer Gesteinshandhabung für 40 m lange Züge,
- Entwicklung neuartiger Bohr- und Kernbohrverfahren, wie hydraulischer Bohrerhammer, Seitenkernbohrgerät, Richtbohrtechnik in Kernstrecken,
- Entwicklung einer neuartigen anorganischen Bohrspülung und Maßnahmen der verbesserten Feststoffkontrolle.

Durch die Beteiligung an der Internationalen Lithosphärenforschung hat die Bundesrepublik Deutschland wieder eine führende Position sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der Bohrtechnik eingenommen. Nach Meinung bekannter Wis-

senschaftler deutet alles darauf hin, daß die Erforschung der kontinentalen Kruste eine zweite Revolution in den Geowissenschaften bewirken wird.

Literatur

1. Rischmüller, H.: Das KTB, eine Herausforderung für die moderne Bohr- und Meßtechnik; Die Geowissenschaften, **6.** Jg. (1988) 8–15.
2. Marx, C.; Rischmüller, H.: Drilling and Coring Techniques for Hard Rock, Erdöl Erdgas Kohle, **102.** Jg. (1986) 333–337.
3. Rischmüller, H.; Chur, C.: Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland, Technische Konzeption und Stand der Planung; Erdöl Erdgas Kohle, **103.** Jg. (1987), 11–16.
4. Emmermann, R.: Das neue Weltbild unserer alten Erde, Pharmazeutische Zeitung, **133.** Jg. (1988) 924–931.
5. Rast, H.: Vulkane und Vulkanismus; BSB Teubner, 1987.
6. Serocki, S.T.; McLerran, A.R.: The Ocean Drilling Program: A technical overview. Word Oil, Aug. 1, 1984.

14.10.1988 in Braunschweig

Reflexionen über den Bauingenieur und Thalia¹

Von **Barbara Rothert-Hornof²** und **Heinrich Rothert**

Das Thema, das Sie für heute in Ihrer Ankündigung gelesen haben, könnte Erwartungen geweckt haben, die weder in der kurzen, zur Verfügung stehenden Zeit noch durch mich als schlichten Bauingenieur zu erfüllen sind. Ich möchte deshalb meinen Vortrag als einen Spezialfall des größeren Themas „Bautechnik und Kunst“ verstanden wissen. Beides, Kunst und Technik, dient demselben Menschenziel: das Leben zu verschönen.

Diese Aussage entspricht dem Kern der Lebensphilosophie unseres auf beiden Gebieten gleichermaßen genialen Kollegen Karl Marguerre (1906–1979). Dieser große Mann sagte mir als seinem designierten Nachfolger am Rande der Berufungsverhandlungen für das Fach Mechanik in einem seiner als Musikzimmer hergerichteten Diensträume zwei Jahre vor seinem viel zu frühen Tod: „Ist, was das Kind spielend baut, Vorstufe der Kunst oder der Technik? Indem wir so fragen, werden wir uns bewußt, daß Kunst und Technik eng zusammenhängen müssen. Oder“, fuhr er in Anlehnung an eine seiner unvergessenen Reden fort, „erinnern wir uns, daß im Griechischen die Begriffe Schöne Kunst, Handwerkskunst, Fertigkeit, Geschicklichkeit denselben Wortstamm haben wie Künstler, Handwerker, Kenner, Fachmann – alles, was mit dem Können zusammenhängt. Das ist nicht überraschend, denn das deutsche Wort Kunst leitet sich ja auch von Können her – wie der große Maler Hans Thoma (1839–1924) zu sagen pflegte: ‚Kunst kommt von Können, nicht von Wollen, sonst würde es Wulst heißen!‘ Dem Wörterbuch nach sind Kunst und Technik geradezu zwei Ausdrücke für dieselbe Sache“.

Nach dieser kurzen Begriffsbestimmung möchte ich ein wenig reflektieren über den Ingenieurwissenschaftler, speziell

den Bauingenieur und Thalia, die Muse der Dichtkunst.

Wie betritt der Ingenieur das Welttheater? Kühn und furchtlos – wenn man an Prometheus denkt! Prometheus – von Aischylos (525–456 v.Chr.), dem großen griechischen Dichter, um 500 vor Chr. als Trilogie in Szene gesetzt – ist zwar kein Bauingenieur, aber er hat für die Menschen das Feuer vom Himmel geraubt. Er hat ihnen beigebracht, Balken und Steine zu behauen, Ziegel zu brennen und Häuser zu bauen. Er hat sie die Kunst des Schreibens und Zählens gelehrt. Das alles erregt den Zorn des Zeus. Er läßt Prometheus an einen Felsen des Kaukasus schmieden.

¹ Geringfügig überarbeitete Fassung eines Plenarvortrags, der vom zweitgenannten Autor gehalten wurde.

² Dr. med., Fachärztin für Innere Medizin

Der Titan brachte das Feuer, das Feuer, ohne das keine menschliche Kultur und Zivilisation, kein gebrannter Stein, kein modernes Bauwerk möglich ist. War Prometheus womöglich der Ahnherr der Bauingenieur-Professoren?

Goethes Prometheus formte Menschen aus Lehm nach seinem Bilde. Der Ingenieur formt zwar keine Menschen aus Lehm, auch will er den Göttern nicht gleich sein, aber er will manchmal durchaus Gott, den Schöpfer, den Himmel erreichen. Die Baumeister des Turmbaus zu Babel sind ungenannt. Im ersten Buch Mose, Kapitel 11 werden ihre Namen nicht erwähnt. Sie müssen schon sehr viel und sehr hoch gebaut haben. Nach heutiger Erkenntnis hatte der Turm, zurückgerechnet von der Größe der Ruine, eine quadratische Grundfläche von 91 m Seitenlänge. Das erste Stockwerk reichte bis zu 33 m Höhe, darauf folgten vielleicht noch 6 Stockwerke bis zu einer Gesamtbauwerkshöhe von etwa 90 m. Aber Gott wollte keinen Turm, der bis zum Himmel reichte, darum verwirrte er, wie es im Buch der Bücher nachzulesen ist, die Sprache der Menschen und zerstreute sie in alle Welt.

„Gegen den Geruch der Hybris“, schreibt Christa Wolf (* 1929), die berühmte DDR-Autorin, in ihrem „Störfall“ (1987), „scheint“ der Schöpfer „sehr empfindlich zu sein. Auffälligerweise wendet er im Fall des großenwahnsinnigen Kaisers Nimrod“, dem nach Moses 1, Kapitel 10 gewaltigen Jäger vor dem Herrn und Erbauer der Stadt Ninive am Tigris, dasselbe Mittel an. Auch Nimrod „läßt sich ja als weithin leuchtendes Zeichen seiner Selbstüberhebung einen Turm bauen, der schon so hoch“ gemauert worden war, „daß es ein ganzes Jahr währte, ehe der Lehm und die Ziegel den Maurer oben erreichten.“

Kühn war auch Daedalus, der berühmte Baumeister aus Athen, der seinem Exil auf Kreta, wo er das Labyrinth für König Minos erbaut hatte, entfliehen wollte. Ovid widmet ihm und seinem Sohn Ikarus in seinen „Metamorphosen (VIII, 183–235)“ ein ehrendes Gedenken. Daedalus konstruierte für seinen Sohn und sich je ein Flügelpaar aus Federn, die er mit Schnüren und Wachs verband. Aber bei seinem atemberaubenden Vorhaben, wie Vögel zu fliegen, kam sein Sohn trotz der genialen Konstruktion des Vaters ums Leben. Dieser hatte nämlich die Warnung seines Vaters vor der Tücke des Materials nicht beachtet und flog zu hoch. In der Sonne schmolz das Wachs, die Flügelskonstruktion zerfiel, Ikarus stürzte ab und ertrank. Soweit der römische Dichter Ovid, der von 43 vor bis 17 nach Chr. lebte, über den griechischen Baumeister Daedalus aus Athen!

Fest verwurzelt in der griechischen Mythologie, nachzulesen in der „Iliupersis“, einem Gedicht des epischen Zyklus, ist natürlich auch das trojanische Pferd, vielleicht das faszinierendste Holzbauwerk der Antike, das der listenreiche Odysseus durch seinen Baumeister Epeios zimmern ließ. Homer, im 8. Jahrhundert v. Chr. im ionischen Kleinasien wirkend, allerdings berichtet über diese Großtat eines genialen Holzbauers der Antike nicht. Er widmet sich bekanntlich in seiner „Ilias“ nur 50 Tagen des 10jährigen trojanischen Krieges, und auch davon nur wenigen Tagen ausführlich. Seine Gesänge rühmen den Kampf des Achilleus.

In der mittelalterlichen Dichtung begegnet uns Wieland, der Schmied. Der Held einer der ältesten germanisch-deutschen Heldensagen schmiedete Mimung, das

berühmte Schwert. Aber warum war dieser Schmied für uns Bauingenieure so bedeutsam? Man könnte Wieland als Ahnherrn der Stahlbauer bezeichnen, denn er produzierte Stahl auf besondere Art und Weise. Er war in der Lage, aus stickstoff- und kohlenstoffarmem Puddelleisen Stahl zu fertigen. Er begnügte sich dabei nicht mit bloßer Oberflächenhärtung durch Aufkohlung. Bei diesem Vorgang werden die Schwertklingen mit Blut oder anderen organischen Stoffen bestrichen, anschließend im Kohlefeuer geglüht und dann in kaltem Wasser abgeschreckt. Wieland ging einen Schritt weiter und produzierte seinen Stahl auf eine ungewöhnliche, aber sehr wirkungsvolle Art. Er schmiedete nämlich ein Schwert aus Eisen, zerfeilte es wieder und mischte es mit Mehl. Dann nahm er Gänse, ließ sie drei Tage lang hungern und gab ihnen das Gemisch aus Mehl und Eisenspänen zu fressen. Danach siebte er ihre Exkremente, erhitzte das Granulat und schmiedete erneut ein Schwert. Und dann wiederholte er diesen ganzen Vorgang noch zweimal und schuf so das erste ganz aus Stahl bestehende Schwert, sein berühmtes Schwert Mimung.

Worauf beruht die geheimnisvolle Wirkung von Geflügelexkrementen? Bekanntlich enthalten diese außer Kohlenstoff auch Stickstoff. Nach Karl Daeves (Rundschau deutscher Technik, Nr. 26, 20. Jahrg., 27.6.1940) weiß man erst seit Anfang dieses Jahrhunderts, daß die Stickstoffeinwanderung eine beträchtliche zusätzliche Härtesteigerung bewirkt, so daß „nitrierte“ Stähle die höchste bei Eisen überhaupt feststellbare Härte aufweisen. Auf das Wielandsche Verfahren sind nach Heinz Ritter-Schaumburg (* 1902) im Jahre 1936 zwei Patente zur Herstellung hochwertiger Stähle angemeldet worden. Welche zusätzliche Bedeutung der Durchgang durch einen Gänsemagen für die Eigenschaften des Stahls hat, ist meines Wissens bis heute noch nicht geklärt. Um Mißverständnissen bei den Stahlbauern vorzubeugen, möchte ich einfügen, daß heute ein Stickstoffgehalt im Stahl unerwünscht ist, da er die Alterungsversprödung begünstigt – was natürlich nicht Wielands Problem war. Sein Ziel war ein besonders hartes Schwert, das allen anderen Waffen überlegen war und – wie die Sage berichtet – „Eisen wie Kleider schnitt“.

Vom Mittelalter zum größten deutschen Dichterfürsten! Johann Wolfgang von Goethe (1749 – 1832) kannte offensichtlich die Höhenflüge, zu denen ein Bauingenieur fähig ist.

Denn sein Faust,

der „nun ach Philosophie, Juristerei und Medizin und leider auch Theologie durchaus studiert“ hat „mit heißem Bemühen“,

dieser Faust,

der mit dem Teufel einen Pakt schließt, der Mephisto für dessen Dienste seine Seele verschreibt, falls er im Falle der Erfüllung seiner Wünsche „zum Augenblicke sagen“ könnte, „verweile doch, du bist so schön“,

dieser Faust,

den weltliche Macht nicht befriedigen konnte, auch nicht die Erfahrung der Liebe mit Helena, der schönsten Frau, der „nur durch die Welt gerannt“ ist, niemals geruht hat, der sich auch durch „Genuß“ nicht hat „betrügen“ lassen,

dieser Faust meint,

– und das ist für Ingenieure wirklich ein bewegender Gedanke, vielleicht auch ein verwegener Gedanke –

dieser Faust meint,

in der Gewinnung von Land durch Trockenlegung von Sümpfen und Bauen von Deichen höchste Befriedigung finden zu können, Land für „Millionen“, die dort „tätig = frei wohnen“, schaffen zu können.

Goethe läßt Faust vor seinem Tode sagen:

„Auf freiem Grund mit freiem Volke stehn.

Zum Augenblicke dürft ich sagen:

Verweile doch, du bist so schön!

Es kann die Spur von meinen Erdetagen

Nicht in Äonen untergehn. –

Im Vorgefühl von solchem hohen Glück

Genieß ich jetzt den höchsten Augenblick.“

Auch wenn Faust sein gigantisches Bauvorhaben nicht verwirklichen kann, wenn dieses alles Vision bleibt, so ist es doch ein atemberaubender Gedanke, vergegenwärtigt man sich, welche Vision es ist, die ihm als höchster Augenblick erscheint:

Eine Ingenieurleistung!

Und das – ich wiederhole – nach dem Studium aller vier klassischen Wissenschaften!

Nicht mit Mephisto, aber mit dem Aberglauben der Bauern muß Hauke Haien kämpfen, Hauke Haien, Theodor Storms (1817–1888) Schimmelreiter (1888). Unter dem eindrucksvoll von diesem norddeutschen Dichter geschilderten Hintergrund von tosendem Meer, ewigem Rhythmus von Ebbe und Flut, von flacher, windgepeitschter Marsch und tückischem Moor will der junge, tüchtige Deichgraf einen neuen Deich bauen. In diesen neuen Deich muß etwas „Lebiges“ hinein, wenn er halten soll, das ist die Meinung der Arbeiter. „O tempora! O mores!“ würden Cicero (106–43 v.Chr.) und die heutigen Wasserbauer sagen. Aber der junge, moderne Baumeister läßt den kleinen Hund, der schon als Opfer in der Deichbaustelle winselnd liegt, retten. Das trägt Hauke Haien den unversöhnlichen Haß seiner Leute ein.

Es stellt sich heraus, daß der neue Deich gut hält. Aber der alte Deich der Vorväter zeigt Schäden. Wider besseres Wissen muß der Deichgraf sich dem Widerstand der Menschen beugen, die so handeln wollen, wie es ihre Altvordenen schon immer getan haben. Und wer unter uns ist nicht auch schon z.B. auf der Baustelle dieser „Consuetudo est altera natura“ begegnet? Wer hat sich nicht schon anhören müssen: „Das haben wir doch immer so gemacht!“

Aber zurück zum Schimmelreiter! Vor allem das verweigerte Lebendopfer hat man ihm nicht vergessen, geschweige denn verziehen. Mehr noch als gegen Gewohnheitsdenken muß Hauke Haien vor allem auch gegen den heidnischen Aberglauben kämpfen. Er unterliegt und muß sich bei der Ausbesserung des alten Deiches mit Flickwerk begnügen. Dieses Nachgeben stürzt ihn bei einer Sturmflut ins Verderben. Des Deich-

grafen Weib und Kind versinken in den Fluten. Er selbst galoppiert mit seinem Schimmel in „eine furchtbare Bö, die brüllend vom Meer herüberkam“ – fast so mythisch wie Odin auf seinem Roß – und geht im wilden Element des alles verschlingenden Meeres unter. Als verantwortlicher Ingenieur, als der er ja auch immer ein Zoon politikon ist, hätte er nicht nachgeben dürfen.

Nicht menschliches Versagen, sondern böse Machenschaften finsterner Mächte lassen bei Theodor Fontane (1819–1898) „die Brück' am Tay“ am 27. Dezember 1879 einstürzen. Hexen sind es, die den Sturm zum Orkan werden lassen, die das fast 1000 Meter lange Mittelteil der Eisenbahnbrücke über den Firth of Tay, dieses für damalige Zeiten gigantischen Bauwerks aus Eisen mit 3 km Gesamtlänge, in den eisigen Fluten versinken lassen, den Schnellzug mit 77 Menschen in die Tiefe reißend. Drei Hexen sind es, wie in Shakespeares „Macbeth“, die mit demselben Schicksalsruf

„When shall we three meet again?“

Unheil verkünden und stiften. – Die wahre Einsturzursache wurde übrigens nie völlig geklärt.

Wie problematisch, wie schwer die Verantwortung eines Ingenieurs oder allgemein eines Naturwissenschaftlers, der beweisbares Sachwissen zu vertreten hat, ist, sieht man am Beispiel Galileo Galileis (1564–1642). Bertold Brecht (1898–1956) wettet mit seinem kraftvoll-lebendigen Stück (1939) gegen die Unterdrückung der Naturwissenschaften durch die katholische Kirche. Denn nach Brechts Meinung hat die Wissenschaft „das menschliche Dasein zu erleichtern. Wo der Wissenschaftler sich einschüchtern läßt, verkrüppelt die Wissenschaft.“

Vielleicht sagte sich Galilei aber auch mit Horaz (65–8 v.Chr.): „Sapere aude!“ Es kann weises und lebenskluges Handeln gewesen sein, als er seine revolutionäre Erkenntnis von der Drehung der Erde um die Sonne widerrief. War doch gerade sein Landsmann Giordano Bruno (1548–1600), der große Philosoph und Copernicaner, für die Verbreitung des heliozentrischen Weltbildes auf dem Scheiterhaufen in Rom gestorben! Es bedurfte nicht des Widerstandes eines weiteren Märtyrers gegen die allmächtige Kirche, um der Wahrheit zum Durchbruch zu verhelfen. Astronomische Gesetze sind ewig.

„Vita brevis, ars longa!“

So heißt es im „1. Aphorismus“ des Hippokrates (460–375 v.Chr.): „Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang, der günstige Augenblick ist flüchtig, die Erfahrung unsicher, das Urteil schwierig.“

Ein Beispiel, wie hilflos und dilettantisch Geisteswissenschaftler oder gar Philosophen einem naturwissenschaftlichen Problem gegenüber sein können, gibt Immanuel Kant (1724–1804) in seinem Erstlingswerk (1749) mit dem länglichen Titel:

„Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurteilung der Beweise, derer sich Herr von Leibniz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedient haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen.“

Ich habe den vollständigen Titel dieser für Kant nicht gerade rühmlichen Arbeit zitiert, in welcher der für uns Bauingenieure so zentrale Begriff der Kraft 100 Jahre nach Galilei in einer Weise erörtert wird, daß die Zeitgenossen wie Daniel Bernoulli (1700–1782), Jean-Baptiste d'Alembert (1717–1783) und Leonhard Euler (1707–1783) nur den Kopf schütteln konnten ob soviel Naivität nach Isaac Newton (1643–1727) und Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Kant versteigt sich zu der Behauptung:

„Nunmehr kann man es kühnlich wagen, das Ansehen derer Newtons und Leibnize vor nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegenzusetzen sollte, und keinen anderen Überredungen als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen.

Die Wahrheit, um die sich die größten Meister der menschlichen Erkenntnis vergeblich beworben haben, hat sich meinem Verstande zuerst dargestellt.“

Während der sonst schreibfreudige Leonhard Euler Immanuel Kant nicht einmal eines Antwortbriefes würdigt, nachdem dieser ihm sein Werk zur Stellungnahme geschickt hat, reimt der Dichter Gotthold Ephraim Lessing (1729–1781):

„Kant unternimmt ein schwer Geschäft,
Der Welt zum Unterricht;
Er schätzt die lebendigen Kräfte,
Nur seine schätzt er nicht.“

Einen ergreifenden Appell an die ethische Verpflichtung des Ingenieurs und Forschers für die kritische Bewertung von Entdeckungen und Erfindungen richtet der viel zu früh verstorbene Wolfgang Borchert (1921–1947) an uns alle. Dieser junge, geniale Dichter der „vergessenen“ Generation, der die Schrecken des Krieges in einfühlsame Lyrik und anrührende Prosa zu fassen verstand, dieser Dichter beschwört im Angesicht des eigenen Todes in seinem Friedensmanifest den Techniker und den Forscher:

„Du. Mann an der Maschine und Mann in der Werkstatt. Wenn sie dir morgen befahlen, du sollst keine Wasserrohre und keine Kochtöpfe mehr machen – sondern Stahlhelme und Maschinengewehre, dann gibt es nur eines: Sag NEIN!
Du. Forscher im Laboratorium. Wenn sie dir morgen befahlen, du sollst einen neuen Tod erfinden gegen das alte Leben, dann gibt es nur eines: Sag NEIN!“

Auf das tragische Dilemma des Wissenschaftlers, sich entscheiden zu müssen zwischen seinem inneren Veröffentlichungszwang und seiner Verantwortung, die Menschen vor Schaden zu bewahren, zielt Friedrich Dürrenmatts (* 1921) Stück „Die Physiker“ (1962).

Christa Wolf zeigt in ihrem Buch „Störfall“ einen besonderen Aspekt der Grenzen der Technik, mehr noch der Ethik der Technikwissenschaftler auf. Beim Turmbau zu Babel – und damit schließt sich der Kreis meiner Betrachtungen – hatte Gott ja die Sprache der Menschen verwirrt, so daß einer die Worte des anderen nicht mehr verstand. Der Schöpfer trachtete danach, daß die Sprache kein Instrument seiner Menschenkinder wird, sich gegen ihn zusammenzuschließen.

Wir aber – ich meine die Wissenschaftler von heute – haben uns, dessen ungeachtet, mit einer „basic language“, dem Englischen, wieder eine Sprache geschaffen, die wir alle verstehen. Wie wird der Schöpfer „sub specie aeternitatis“, wie es in Baruch de Spinozas (1632 – 1677) Ethik heißt, wie wird der Schöpfer darauf antworten?

Vielleicht gibt Albert Einstein (1879 – 1955) einen Hinweis, wenn er sagt:

„Das Problem unserer Zeit ist nicht die Atomkraft, sondern das menschliche Herz.“

Abschließen möchte ich meine Reflexionen über „die Begegnung des Ingenieurwissenschaftlers mit Thalia“ mit einer humorvoll, versöhnlich stimmenden kleinen Geschichte über das Restrisiko – einer Geschichte von Karl Valentin (1882 – 1948): Valentin baut sich 100 m unter der Erdoberfläche ein Haus. Auf die Frage, warum so tief unter der Erde, meint Karl Valentin: „Es kann ja vielleicht ein Erdbeben geben“. Auf die Antwort, daß das doch sehr unwahrscheinlich sei, meint er: „Mir geht aber die Sicherheit über die Wahrscheinlichkeit.“

11.11.1988 in Braunschweig

Entwicklung der „Rechenmaschine“

(Kurzfassung)

Von **Hans-Otto Leilich**

1. Einleitung

Dieser Vortrag kann keinen vollständigen historischen Überblick über die Entwicklungsgeschichte mechanischer und elektronischer Rechenmaschinen geben. Dafür sei auf die Literatur (z.B. [1], [2], [3]) hingewiesen und auf die schönen musealen Ausstellungen z.B. im Niedersächsischen Landesmuseum in Wolfenbüttel (Brunsviga Sammlung), im Zwinger in Dresden (astronomische Instrumente und Rechenuhren) und in der neuen Informatik-Abteilung des Deutschen Museums in München. Ich möchte auch nicht über die Erfolgsgeschichte der Mikroelektronik oder die mathematischen und theoretischen Aspekte der Informatik sprechen, sondern mein engeres Fachgebiet (seit 1968 an der TU-Braunschweig) vorstellen: „Rechnerstrukturen“, auch „Rechnerarchitektur“ oder im Fachjargon „Computer Hardware“ genannt, wodurch dann der Begriff „Rechenmaschine“ erweitert zu sehen ist. Leitmotiv ist das bewußte Erkennen der Grundbegriffe von Information und deren Ausnutzung bei der Konstruktion von Geräten und Systemen zur Informationsverarbeitung im Sinne der Ingenieurwissenschaften.

2. Zahlen und Rechenmaschinen

Zahlen als Unterscheidungs- und Ordnungsmerkmale oder auch als Anzahlen (Mengengrößen) sind wohl die grundlegendsten und ältesten Begriffe der Informationswelt. Zur Denkbarmachung, zur Veranschaulichung und zum praktischen Umgang dieser immerhin abstrakten Dinge hat der Mensch sicher ganz früh seine Finger, Steinchen, Striche im Sand und Kerben in Holz oder Stein als Symbole benutzt, wie wir bereits von ca. 4000 Jahre alten babylonischen Überlieferungen wissen ([1], [4]). Diese Steine etc. könnte man als erste Stufe von „Rechenmaschinen“ betrachten, bei denen nur die Zahlendarstellung, d.h. die **Speicherung** von Information (Übertragung über die Zeit), mechanisiert war. Der Abakus – seit 3000 Jahren bekannt und noch heute das verbreitetste Rechenhilfsmittel der Welt – ist mit seinen verschiebbaren Kugeln auf Drähten bereits eine ingenöse Verbesserung zur Ausführung der Rechenoperationen, obwohl der Eingriff auf die Speichersymbole noch vollständig manuell geschieht (siehe Bild 1a).

Die erste eigentliche Rechenmaschine für die vier Spezies wurde von Wilhelm Schickard (1592–1635, Professor an der Universität Tübingen) konstruiert, bei der ein Räderwerk den Übertrag auf die nächste Dezimalstelle besorgte und damit die Handhabung weiter „automatisierte“ (Bild 1b). Diese Maschine hatte tausende von Nachfolgern mit verfeinerter Mechanik und Elektronik, bis hin zum heutigen „Kartenrechner“.

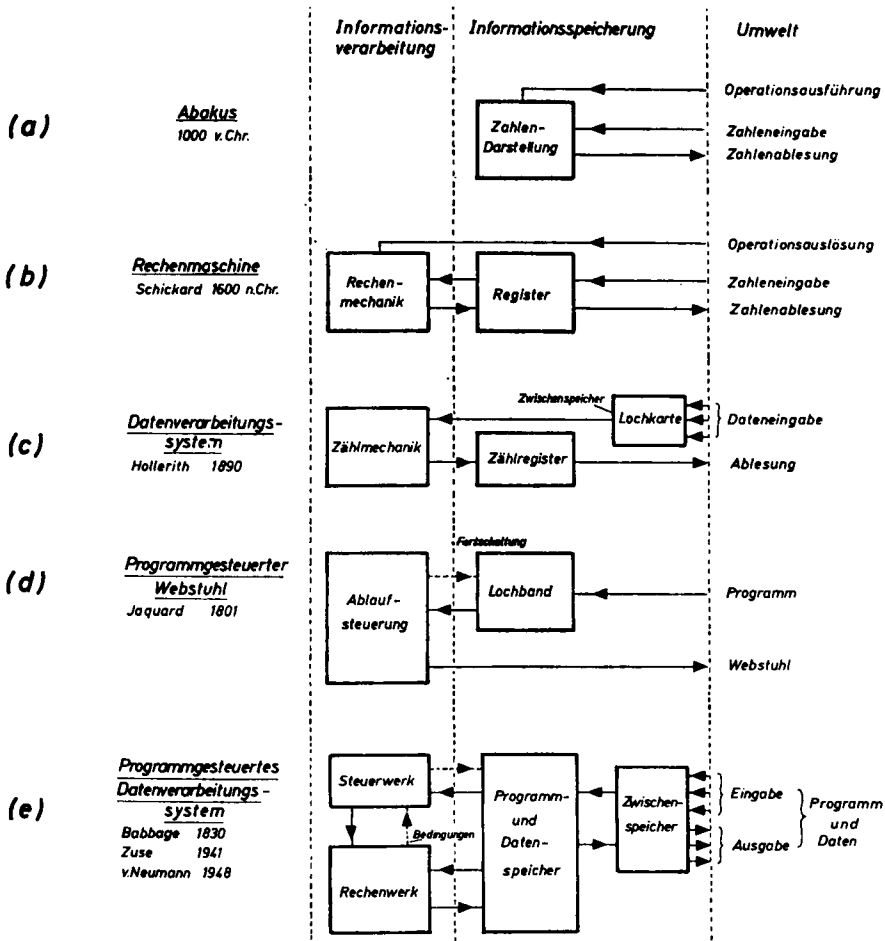


Bild 1:
Schematische Entwicklungsgeschichte

Der Antrieb zur Weiterentwicklung war sicher vorwiegend praktischer, handwerklicher Natur. Das Verständnis des „Räderwerks“ und der Anwendung der Rechenmaschine war ziemlich weit verbreitet, weil ja die Entwicklungsgeschichte viele Generationen von Menschen überdeckte und sich „Hardware“ und „Software“ gut einspielen konnten.

3. Andere Informationsverbreitungsmaschinen

Außer den „Rechenmaschinen“ gibt es viele andere Wurzeln für die heutige Informationstechnik.

Am bekanntesten ist da die Nachrichtenübertragungstechnik (Telegraph, Telefon, Funk, seit rund 100 Jahren), insbesondere auch die Telefonübermittlungstechnik (mit Drehwählern, Kreuzschinenschaltern, Speicherregistern und „Markierern“).

Weniger bekannt ist, daß auch die Lochkarte von Hermann Hollerith mit elektromechanischen Zählwerken schon 1890 zur amerikanischen Volkszählung eingesetzt wurde (Bild 1c, [1], [4]). Man kann dies als den Ursprung von „Datenverarbeitungssystemen“ ansehen, zumal daraus 1908 die „International Business Machine Corporation“ hervorging.

Der Ursprung von „Computer Integrated Manufacturing“ (CIM), von automatischer Prozeßsteuerung, „NC-Maschinen“ und Robotik ist sogar noch älter. Jacquard [2] baute bereits 1801 bis 1808 einen Steuerungsmechanismus für Webstühle mit Lochmustern in Papierbändern. Auch Spieluhren aller Art gehören zu den Urvätern der Automaten.

In all diesen jahrhundertelangen Entwicklungen kam die Motivation direkt von der Anwendung, und die Ideen entstammten vorwiegend der Intuition und weniger dem analytischen Erkennungsdrang nach dem Wesen der Information, sowie deren Gesetzen, Möglichkeiten und Grenzen.

4. Programmgesteuerte Rechenmaschinen

Die Kombination von automatischer Steuerung mit mechanisierter Informationsspeicherung und -verarbeitung wurde nachweislich zuerst von Charles Babbage (1792–1871) vorgeschlagen (Prinzipskizze s. Bild 1e). Er gilt als der „Vater des Computers“. Babbage war Mathematiker (Universität London) und vertrat eine viel abstraktere Denkweise. Seine ingenieurwissenschaftlichen Ansätze zur Konstruktion und Anwendung waren seiner Zeit weit voraus. Trotz vieler Bemühungen hat auch seine „Difference Engine“ wegen mechanischer Probleme (mangels geeigneter Verstärkertechnik) nie funktioniert.

Konrad Zuse entwickelte in Berlin die erste funktionsfähige programmgesteuerte Rechenmaschine („Z3“, 1941, jetzt im Deutschen Museum). Er benutzte elektromagnetische Relais für die Verknüpfungen, mechanische Datenspeicher und Lochstreifen für die Programme. Diese „1. Generation“ von Rechenanlagen war viele Jahre echt im Einsatz, ehe sie von Röhrenrechnern (1952–60, „2. Generation“), Transistorrechnern (bis ca. 1970, „3. Generation“) und dann von den Rechnern mit der heutigen Technologie (integrierte Siliziumtechnik, „4. Generation“) abgelöst wurde.

Zuse hat als junger Bauingenieur die Lösung von Gleichungssystemen als Anwendung im Auge gehabt. Er ist aber ein „analytischer Geist“ und hat das Wesen der Information, seiner optimalen Verarbeitung und Steuerung zu erfassen versucht. Sein „Planckalkül“ wird als Vorläufer höherer Programmiersprachen angesehen.

5. „Informationswissenschaft“

Zuse wie auch Babbage repräsentieren in gewisser Weise bereits die Entwicklungstendenz der Rechenmaschinentechnik von der unmittelbaren Anwendungsbezogen-

heit (mit vorwiegend intuitiver Denkweise) zur wissenschaftlichen Betrachtungsweise (mit mathematisch definierten Grundbegriffen und Zusammenhängen). Es gibt heute wohl etablierte Lehrgebäude z.B. der Schaltwerktheorie und Automatentheorie, in denen die (intuitiven) Begriffe wie Verarbeitung, Speicherung sowie die Daten- und Programmstrukturen klar definiert sind und für den Umgang damit mathematische Ausdrucksmittel bestehen.

In dem selben Maße wie man die den verschiedenen Anwendern selbstverständliche (intuitive) Grundbegriffe in ein größeres, abstrakteres System einbaut, entfernt sich dieses System von den Praktikern. Es entsteht die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis, und zwar aus zwei Gründen in ganz besonderem Maße im Vergleich zu anderen Gebieten der Ingenieurwissenschaft.

Erstens ist die „Informationswissenschaft“ – ich gebrauche dieses Wort um nicht den aktuellen Streit um Förderungsmittel beim Gebrauch der Worte „Informatik“ und „Informationstechnik“ zu berühren – doch sehr neu und das Generationsproblem wirkt noch stark. (Erst ca. 1970 als allgemeines akademisches Vollstudium eingeführt und ab ca. 1980 von Industrie und Verwaltung akzeptiert!)

Zweitens bestehen die Objekte der Informationsverarbeitung (Daten) aus demselben „Stoff“ wie die Aktionen (Befehle, Programme), mit denen man sie verarbeitet, nämlich aus (abstrakter) Information. Diese Sorte Abstraktion bereitet den verschiedenartigen Fachleuten aus dem Ingenieurwesen, aus Mathematik und Organisationswesen oft erhebliche Probleme – am wenigsten den Studenten, die in diese Begriffswelt hineinwachsen. Und obendrein sind diese Begriffe wesensverwandt mit der Denkwelt des Menschen selbst, so daß sich aus der Reflektion neue Probleme ergeben. Jedenfalls ist die verbreitete Aversion gegen „Denkmaschinen“ und „künstliche Intelligenz“ verständlich: die menschliche Eitelkeit verschmerzt viel eher die Konkurrenz einer Energiemaschine gegenüber seiner Muskelkraft.

Diese beiden Akzeptanzprobleme der „Informationswissenschaft“ sind also sachbedingt. Hinzu kommen natürlich alle anderen Mechanismen der menschlichen Natur und seiner Gesellschaft, die einem Umbruch der Denkungsweisen entgegenstehen. Andererseits ist der praktische Nutzen aus der digitalen Datentechnik auf vielen Gebieten so offenbar, daß sich der „Computer“ und der „Informatiker“ geradezu stürmisch verbreitet haben.

Die Andeutung von neuen „Lehrgebäuden“ der Informationswissenschaft soll den Nichtfachmann nicht darüber hinwegtäuschen, daß dieses Gebiet ungeheuer schwierig zu erfassen ist und daß wir erst in den allerersten Anfängen stehen, vergleichbar etwa mit der Elektrotechnik vor der Maxwell'schen Theorie (1870).

Es gibt zwar seit 1948 die Shannon'sche Informationstheorie mit dem Begriff des Nachrichtengehalts

$$I(x) = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

wobei p_i die Wahrscheinlichkeit ist, daß das i -te Symbol x_i aus der Menge X (mit N Symbolen) auftritt. Bei Gleichwahrscheinlichkeit ($p_i = 1/N$) ergibt sich

$$I(N) = \log_2 N$$

die einfache Deutung als der (Zweier-)Logarithmus der Anzahl der Auswahlmöglichkeiten in „bit“. Man hat auch (Brillouin, 1951) die Beziehung dieser Größe mit der thermodynamischen Entropie hergestellt (der Unterschied besteht nur im Vorzeichen und der Boltzmann'schen Konstante [3]). Diese und einige andere Erkenntnisse sind m.E. die ersten Ansätze, die Information in das System der anderen physikalischen Grundgrößen – Energie, Raum, Zeit – einzubeziehen.

Andererseits gibt es noch kein allgemeingültiges Maß für die Informationsverarbeitung z.B. für die „Informationsarbeit“ für eine Addition oder für die Leistungsfähigkeit eines Rechners. Man behilft sich bekanntlich mit bestimmten gewichteten Mittelwerten (z.B. „GAMM-Mix“) aus der Ausführungszeit von Befehlen und gibt diese dann in MIPS (million instructions per second) an. Die Wichtung der Befehle ist aber bestenfalls (mehr oder weniger) anwendungsgerecht. Die Rechenleistung hängt zusätzlich weitgehend von dem inneren Steuerungsablauf ab. Man benutzt auch sog. „benchmarks“. Aber man muß sich darüber klar sein, daß trotz vieler Versuche die Computertechnik heute noch nicht einmal ein eindeutig definiertes physikalisches Maß für die Verarbeitungsleistung hat.

6. Weiterentwicklung

Als Trends für die Weiterentwicklung von „Rechenmaschinen“, d.h. von Informationsverarbeitungssystemen, aufgrund der Entwicklung der Technologien, der Softwaretechnik und der Anwendungsgebiete, möchte ich die folgenden Stichpunkte nennen.

Die Verfügbarkeit „Integrierter Schaltungen“ bedeutet nicht nur, daß man Transistoren, Widerstände und Leitungen in sehr großer Zahl „auf einem Chip“, klein und billig, herstellen kann. Für die Rechnerstrukturen bedeutet es auch, daß Speicherung und Verarbeitung in gleicher Technologie realisiert wird. Die klassische technikbedingte Trennung in Speicher (Kernspeicher) und Rechenwerk (Dioden und Transistornetze), wie sie auch in unserem Strukturbild dargestellt wurde, bestimmt nicht mehr die Rechnerstruktur. Wir haben ja schon in Bild 1e das „Steuerwerk“ und das „Rechenwerk“ in die Sektion „Informationsverarbeitung“ gezeichnet. Bei heutigen und erst recht in künftigen Rechnern ist die Struktur natürlich viel komplizierter, de facto ist eine Trennlinie zwischen Speicherung und Verarbeitung geometrisch gar nicht mehr darstellbar. Man kann also die Schaltungsstruktur weitgehend an die Technologie (Aufteilung in Chips), an die Berechnungsalgorithmen und die Anwendungen anpassen. Diese Entwurfsfreiheit, zusammen mit der billigen Verfügbarkeit von hunderttausenden von Gatterelementen, führt natürlich zu einer ungeheuren zahlenmäßigen Komplexität, die ohne Rechnerhilfe überhaupt nicht mehr bewältigt werden kann.

Die Flexibilität erlaubt – ja erzwingt – auch eine Anpassung der inneren Betriebsabläufe an die Technologie und an die enorm gestiegenen Anforderungen der Anwen-

der (z.B. an die Verfügbarkeit und Verlässlichkeit). Fragen der Aufgliederung der Anwenderprogramme (in höherer Sprache), der Compilierung oder Interpretierung, der Maschinenprogramme, Mikroprogramme, spezieller Funktionswerke, spezieller Speicherverwaltung etc. sind nach wie vor im Fluß. „RISC“ (Reduced Instruction Set Computer) ist ein Schlagwort aus derartigen Strukturentwicklungen.

Großintegrierte, billige Chips, die physikalischen Grenzen der Technologie (Taktfrequenzen: 10 MHz optimal, 100 MHz maximal) und die Akzeptanz von Computern für sehr große Aufgaben (Wetterberechnung, Strömungsprobleme, Flugsimulatoren) führten zu Multiprozessorsystemen, oft als „Supercomputer“ bezeichnet. Die naheliegende Idee, sehr viele gleichartige Mikroprozessoren (z.B. SUPRENUM: 256 Höchstleistungs-Mikroprozessoren) parallel arbeiten zu lassen (ver-)führte schon seit 20 Jahren zu Großprojekten (Illiack IV). Die Problematik der effektiven Aufteilung der Aufgabe und die Bereitstellung geeigneter Programmiersprachen dafür erwies sich dann als Grund für viele Mißerfolge. Hier spiegelt sich die oben erwähnte Schwierigkeit im Umgang mit neuen Denkgewohnheiten: die klassischen Programmiersprachen sind sequentiell (Befehl nach Befehl). Die parallele Ausführung erfordert ungewöhnliche Sprachmittel.

Eine besondere Schwierigkeit bei Parallelrechnern entsteht dann, wenn die Aufgaben nicht regelmäßig und übersichtlich im gleichen Taktraster auf allen Prozessoren ablaufen. Wenn viele Prozessoren asynchron an einer gemeinsamen Datenmenge arbeiten, ergibt sich eine zeitliche Koordinationsaufgabe, die auch von den Fachleuten gewaltig unterschätzt wurde. Sogenannte „Datenflußmaschinen“ wurden vorgeschlagen, bei denen die Operationen in jedem Prozessor dann angestoßen werden, wenn die zu berechnenden Daten vorhanden sind (und nicht wann ein Befehl aus einem Programmspeicher kommt).

Andere Tendenzen, die die Möglichkeiten der heutigen Informationstechnik bestimmten, sind mit den Schlagworten „Verteilte Intelligenz“, „Front End“ und „Back End“-Computer bezeichnet, die alle auf die Optimierung der Rechnerstrukturen für bestimmte Aufgabengebiete hinzielen. Die Verarbeitung soll so weit wie möglich an Ort und Stelle passieren, damit die Daten nicht unnütz transportiert werden müssen. Die Datenverarbeitung geht meistens schneller als der Datentransport. „Modularität“ ist ein großes Wort, wie auch in anderen Gebieten der Technik und Wirtschaft.

Ein typischer Trend ist die Ausweitung einer „Rechenmaschine“ in das Umfeld. Früher betrachtete man das Gehäuse des Gerätes als „I/O-Schnittstelle“. Heute gehören meist die Telefonleitungen zwischen Geräten zum „System“, ebenso der elektronische Duden beim Schreibsystem, der Aktenschrank im Keller oder die ganze Fertigungslinie. Nach jahrzehntelangen Widerständen (s.o.) betrachtet man heute ein Telefon-, Telegraph-, Fernseh-, Rechner-, Auskunft-, Post- etc. System als ein „Integrated Services Digital Network“ (ISDN).

7. Künstliche Intelligenz

Als letzter Trend im modernen „Rechenmaschinenbau“ soll noch das Schlagwort „Künstliche Intelligenz“ kommentiert werden. Hier fragt sich natürlich, wie man „natürliche Intelligenz“ definiert, nachdem nicht einmal eine Addition meßbar ist. Ernsthaft sollte man darin wohl das sichtbare Anzeichen der Begrenztheit der Computerwelt sehen. Die heutigen (Super ...) Computersysteme arbeiten schließlich (ganz dumm) doch nur Programme ab, die Menschen vorher irgendwie geschrieben haben, auch wenn ein Expertensystem sich nach bestimmten Eingabesignalen das richtige Programm auswählen kann. Der „intelligente“ Mensch verarbeitet viel langsamer Information, prüft das Ergebnis aber viel öfter, entscheidet dann oft über einen anderen Weg – d.h. er „rechnet“ und programmiert abwechselnd. Und typischerweise „speichert“ der Mensch nicht nur die (gelernten) Programme, sondern registriert auch die Ergebnisse und Zwischenergebnisse seiner Denktätigkeit. Er kann nicht gezielt vergessen wie der Rechner! Dadurch kann er sich erinnern, nachdenken, einen Denkweg zurückverfolgen und neu ansetzen. Derartige Überlegungen und Vergleiche lassen den Computerexperten, der ernsthaft an „Knowledge Base Machines“ und an den Sprachen dazu arbeitet, bescheiden auf sein Gebiet sehen. Falls er dennoch, z.B. bei der Erforschung von „Neuronen-Netzwerken“, zur Arroganz neigt, muß er sich nur mit dem beschäftigen, was man heute von der Hirnrinde des Menschen weiß oder von der Netzhaut des Auges.

Wir werden keinen Homunkulus bauen und keinen Computer lachen lassen. Aber die Informationswissenschaft ist ein faszinierendes, noch ganz junges Arbeitsgebiet für Generationen von Ingenieuren und Informatikern.

Literatur

- [1] K. Ganzhorn, W. Walter: „Geschichtliche Entwicklung der Datenverarbeitung“, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1966, Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Windsheim.
- [2] W. de Beauclair: „Rechnen mit Maschinen“, Vieweg, Braunschweig 1968.
- [3] H. Kaufmann: „Die Ahnen des Computers“, Econ Verlag, Düsseldorf, Wien 1974.
- [4] H.O. Leilich: „Rechenmaschinen in Vergangenheit und Zukunft“, Mitteilungen der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Jahrgang V, Heft 1/1970.

Klassensitzungen

Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik

- 15.1.1988 in Braunschweig
Roland Vollmar: „Seriell-parallel« in der Informatik“, S.79
- 11.3.1988 in Braunschweig
Regularien
- 8.4.1988 in Hannover
Wolfgang Stahl: „Isotopenchemie gasförmiger Kohlenwasserstoffe“, s. Plenarversammlung desselben Tages, S. 45
- 11.6.1988 in Clausthal-Zellerfeld
Regularien
- 14.10.1988 in Braunschweig
Horst Tietz: „Die Laurent-Trennung“, S. 80

Klasse für Ingenieurwissenschaften

- 14.10.1988 in Braunschweig
Rudolf Jeschar: „Zum Mechanismus der Wärmeübertragung beim Kühlen von Metallen mit verdampfenden Flüssigkeiten“, S. 81

Klasse für Bauwissenschaften

- 14.10.1988 in Braunschweig
Ferdinand Stracke: „Nutzung einer Gewerbebrache oder der Blick durch eine neo-romanische Giebelrosette“, S. 83

Klasse für Geisteswissenschaften

- 23.1.1988 in Braunschweig
Heribert Boeder: „Die Vernünftigkeit des Neuen Testamentes“, S. 95
- 6.2.1988 in Braunschweig
Edgar R. Rosen: „Rom September 1943 – Geschichte eines Waffenstillstandes“ (zweiter Teil), S. 111
- 23.4.1988 in Braunschweig
Joachim Ehlers: „Freiheit des Handelns und göttliche Fügung im Geschichtsverständnis mittelalterlicher Autoren“, S. 113
- 2.7.1988 in Braunschweig
Martin Gosebruch: „Ihm sinne nach und du begreifst genauer – Goethes Grundsymbol vom Bunten Bogen und was Max Beckmanns Faust-Illustration davon übrig gelassen hat“. Der Vortrag wird im nächsten Band der Abhandlungen erscheinen.
- 15.10.1988 in Braunschweig
Gregor Maurach: „Der Gott der römischen Philosophen“, S. 115

12.11.1988 in Braunschweig

Hans Reuther: „Das gotländische Domikalgewölbe – seine Wechselwirkung mit Niedersachsen und Westfalen“, S.121

17.12.1988 in Braunschweig

Harmen Thies: „Zu den Wurzeln der Modernen Architektur“ (Teil I), S.123

15.1.1988 in Braunschweig

„Seriell – parallel“ in der Informatik

(Zusammenfassung)

Von **Roland Vollmar**

In den letzten Jahren wurden die Grenzen einer Erhöhung der Geschwindigkeit „konventioneller“ Computer deutlicher und andererseits rückte die Entwicklung der VLSI-Technologie die Realisierung „massiv paralleler“ Rechner in den Bereich des Möglichen.

Im Vortrag wurde anhand grundlegender Modelle erläutert, welcher Zeitgewinn von der parallelen Vorgehensweise bestenfalls zu erwarten ist.

Als (abstraktes) Modell für die konventionellen, sog. von Neumann-Rechner wurde die Turing-Maschine vorgestellt, die nach heute weitestgehend anerkannter Überzeugung eine adäquate Formalisierung dessen ist, was man unter „intuitiv berechenbar“ versteht. Sie repräsentiert damit ein universelles Modell.

Am einfachen Beispiel der Palindromerkennung wurde deutlich gemacht, inwiefern bei der Turing-Maschine von einer seriellen Vorgehensweise gesprochen werden kann und wie Zeitbetrachtungen einzuführen sind. Wird mit P die Klasse der Funktionen bezeichnet, die mit (deterministischen) Turing-Maschinen in einer Zeit, die polynomial von der Länge der Eingabe abhängt, berechnet werden können und betrachtet man Modifikationen der Turing-Maschine in Richtung Parallelität, wie z.B. die Benutzung mehrerer Köpfe, so ergibt sich, daß auch damit in polynomialer Zeit wieder nur Funktionen aus P erhalten werden.

Zellularautomaten wurden beispielhaft als Modelle für Parallelverarbeitung eingeführt. Sie stellen homogen strukturierte Systeme dar, die aus gleichartigen (deterministischen) endlichen Automaten bestehen und in homogener Art miteinander verknüpft sind. Es läßt sich leicht zeigen, daß sie nichts können, was über das mit der Turing-Maschine Erreichbare hinausginge. Wenn auch für eine Reihe von Problemen die Berechnungszeiten in Zellularautomaten kleiner sind als in Turing-Maschinen, so gilt doch: In polynomialer Zeit lassen sich auch von Zellularautomaten nur die Funktionen aus P berechnen. Darüber hinaus ist beweisbar, daß dies für beliebig strukturierte parallelarbeitende Systeme gilt, wenn an sie einige naheliegende – aus der Struktur des Raumes und der endlichen Signalgeschwindigkeit resultierende – Forderungen gestellt werden. Die Konsequenzen dieser Aussage wurden skizziert.

14.10.1988 in Braunschweig

Die Laurent-Trennung

(Zusammenfassung)

Von **Horst Tietz**

In der komplexen Funktionentheorie hat die *Differenzierbarkeit in Gebieten* bekanntlich schärfste Konsequenzen: Eine solche Funktion f ist bereits im Großen festgelegt, wenn sie nur im Kleinen definiert ist; das wiederum hat zur Folge, daß ihr Verhalten in der Nähe von Randpunkten des Differenzierbarkeitsgebietes ein starker Indikator für ihre globalen Eigenschaften ist. Solche Randpunkte heißen Singularitäten der Funktion; die isolierten sind die einfachsten, und unter diesen wiederum die sogenannten *Pole*, in denen zwar nicht f , wohl aber $\frac{1}{f}$ differenzierbar ist. Ist a ein Pol von f , so gibt es ein Polynom in $\frac{1}{z-a}$ – den *Hauptteil* $H(f; a)$ von f bei a –, der bei a das selbe singuläre Verhalten hat wie f : $H(f; a)$ kann charakterisiert werden als die einfachste Funktion, die den Pol von f kompensiert.

Hat f unendlich viele Pole a_n ($n \in \mathbb{N}$), so tritt ein *Konvergenzproblem* auf:

Läßt sich f durch $\sum_{n=1}^{\infty} H(f, a_n)$ darstellen?

Der Vortrag stellt eine Lösung des Problems vor.

Für den einfachsten Fall, daß f in der ganzen komplexen Ebene \mathbb{C} bis auf Pole differenzierbar ist, läßt sie sich wie folgt formulieren: T , die Menge der *Testfunktionen*, bestehe aus allen Funktionen τ , die im Punkt ∞ eine konvergente Potenzreihendarstellung

$$\tau(z) = \sum_{k=1}^{\infty} \tau_k z^{-k}$$

besitzen; ferner durchlaufe ℓ eine Folge konzentrischer Kreise, auf denen kein Pol von f liegt, und deren Radien unbeschränkt wachsen; dann gilt

$f = \sum_{n=1}^{\infty} H(f, a_n)$ dann und nur dann, wenn für jedes $\tau \in T$ die Zahlenfolge $\int_{\ell} f \cdot \tau \, dz$ gegen 0 konvergiert.

Die Methode, die u.a. dieses Resultat liefert, nenne ich *Laurent – Trennung*, weil sie eine verallgemeinernde Systematisierung der Methode darstellt, mit der 1843 Laurent die Entwicklung einer in einem Kreisring differenzierbaren Funktion in eine verallgemeinerte Potenzreihe hergeleitet hat.

14.10.1988 in Braunschweig

Zum Mechanismus der Wärmeübertragung beim Kühlen von Metallen mit verdampfenden Flüssigkeiten

Von **Rudolf Jeschar**

Kühlprozesse mit verdampfenden Flüssigkeiten sind in allen Bereichen der metall-erzeugenden und -verarbeitenden Industrie anzutreffen und erfahren eine ständig zunehmende Bedeutung. Beispiele sind das Stranggießen von Stählen, Aluminium, Kupfer und anderen Metallen, das Tauchhärten von Stahl, Gußeisen und Leichtmetall-legierungen sowie das Oberflächenhärten von Stählen nach einer induktiven Erwärmung einer dünnen Randschicht. Als Flüssigkeiten dienen Wasser, Öle sowie Polymer-lösungen. Diese liegen als Bäder vor, in die die Werkstücke eingetaucht werden, oder sie werden mittels Düsen als Filme oder als zerstäubte Flüssigkeitsstrahlen auf die Werkstückoberflächen aufgespritzt.

Im wesentlichen kommt es bei diesen Kühlprozessen darauf an, ganz bestimmte Zeit-Temperaturverläufe, z. B. an der Oberfläche einzustellen, um Werkstoffe definierter Eigenschaften erzeugen zu können. Die Abkühlvorgänge von Festkörpern mit Wärmeabfuhr durch Strahlung und Konvektion sind im wesentlichen bekannt. Nicht hinreichend geklärt sind hingegen die physikalischen Vorgänge bei Kühlprozessen, bei denen mit verdampfenden Flüssigkeiten Wärme von einer heißen Oberfläche abgeführt wird. In der Praxis werden deshalb solche Prozesse noch weitgehend empirisch ausgelegt und optimiert. Um diese Vorgänge für die Zukunft berechenbar zu machen, werden am Institut für Energieverfahrentchnik umfangreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt, worüber berichtet wurde.

Die Abkühlung mit verdampfenden Flüssigkeiten hängt weitgehend davon ab, in welcher Weise die Kühlflüssigkeit mit der heißen Metalloberfläche in Berührung kommt. Das grundsätzliche Verhalten während des Abkühlvorganges ist bereits vom Behältersieden her bekannt, wobei die vier Bereiche Wärmeübertragung durch Konvektion, durch Blasenverdampfung, durch partielle Filmverdampfung und durch stabile Filmverdampfung durchlaufen werden. Von einander getrennt werden die Blasenverdampfung und partielle Filmverdampfung durch den Burnoutpunkt und die partielle Filmverdampfung und Filmverdampfung durch den Leidenfrostpunkt. Im Unterschied zur Verdampfertechnik werden jedoch bei Kühlprozessen diese vier Bereiche in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen. Kühlvorgänge mit verdampfenden Flüssigkeiten beginnen also stets damit, daß sich zunächst ein Dampffilm auf der Oberfläche ausbildet, weshalb sich wegen der Isolierwirkung der Dampfschicht nur eine relativ niedrige Abkühlgeschwindigkeit einstellen kann. Sobald der Leidenfrostpunkt erreicht wird, platzt dieser Film, so daß jetzt die Oberfläche von Flüssigkeit benetzt wird und die Kühlgeschwindigkeit um ein Vielfaches ansteigt. Die gesamte Abkühlzeit eines Werkstückes hängt also wesentlich davon ab, bei welcher Oberflächentemperatur der

Dampffilm zerstört wird. Experimentelle Untersuchungen mit den Grundkörpern Platte, Zylinder und Kugeln zeigen nun, daß diese Vorgänge im wesentlichen von der Oberflächentemperatur, der Flüssigkeitstemperatur, der Anströmgeschwindigkeit, der Körpergröße sowie von der Art der Flüssigkeit bestimmt werden. Die einzelnen Abhängigkeiten wurden anhand zahlreicher Diagramme veranschaulicht.

Zum Verständnis dieser experimentellen Ergebnisse wurde anschließend ein mathematisches Modell vorgestellt, das den Wärmeübergangmechanismus während der Filmphase beschreibt.

Dieses Modell geht davon aus, daß die Wärme zunächst durch Wärmeleitung und Strahlung durch den Dampffilm transportiert wird. An der Phasengrenze wird dann diese Wärme teilweise durch Konvektion an die Flüssigkeit abgeführt und teilweise zur Verdampfung von Flüssigkeit verbraucht. Dabei zeigt sich, daß nur so viel Flüssigkeit verdampft, wie durch den Dampffilm selbst abströmen kann. Die abströmende Dampfmenge wird aber ihrerseits vom Auftrieb, der von der Dichtedifferenz zwischen Flüssigkeit und Dampf und von der Körperabmessung abhängt, sowie vom Strömungswiderstand des Dampffilmes bestimmt. Das sich hierbei ausbildende Strömungsprofil im Dampffilm erzeugt nun eine Schlepperwirkung, so daß sich auch in der Flüssigkeit ein entsprechendes Strömungsprofil ausbildet. Von diesem hängt dann die durch Konvektion in die Flüssigkeit abgeführte Wärme ab. Die einzelnen Teilphänomene sind also in vielfältiger Weise wechselseitig voneinander abhängig, was bisher nur theoretisch analysiert werden konnte. Entscheidend für den weiteren Fortgang dieser Untersuchungen ist nun der theoretische Befund, daß bei niedrigen Flüssigkeitstemperaturen von unterhalb 50 bis 60 °C mehr als 95% der übertragenden Wärme durch Konvektion an die Flüssigkeit abgegeben werden. Die durch Verdampfung verbrauchte Wärme ist also in erster Näherung vernachlässigbar.

Dieses Ergebnis erleichtert die weiteren theoretischen und experimentellen Untersuchungen. Sehr wohl hängt aber dieser konvektive Wärmeübergang vom Strömungsverhalten des Dampfes innerhalb der Dampfschicht ab. Andererseits zeigt die theoretische Analyse dieses Prozesses, daß bei hohen Flüssigkeitstemperaturen in der Nähe des Siedepunktes die übertragene Wärme fast ausschließlich zur Verdampfung der Flüssigkeit benötigt wird. Derartige Verhältnisse liegen in der Verdampfertechnik vor. Aus diesem unterschiedlichen Verhalten wird verständlich, warum die aus der Verdampfer- bzw. Kernreaktortechnik bekannten Gleichungen zur Beschreibung der Wärmeübertragung auf die Kühltechnik in den Werkstoffwissenschaften nicht anwendbar sind, obwohl in beiden Bereichen phänomenologisch die gleichen Vorgänge beobachtet werden.

14.10.1988 in Braunschweig

Nutzung einer Gewerbebrache oder der Blick durch eine neo-romanische Giebelrosette

Von **Ferdinand Stracke**

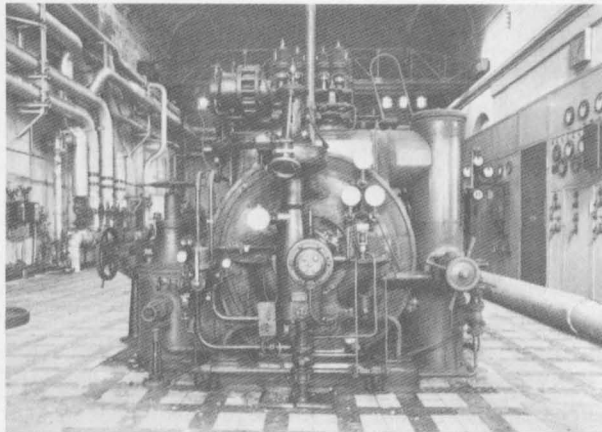
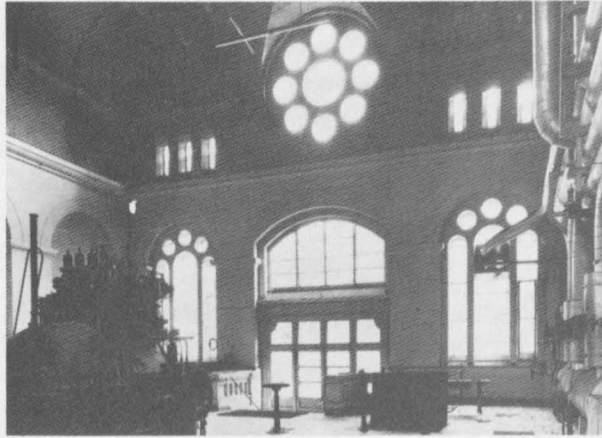
Erfahrungen

Arbeit im Bestand ist kein neues Aufgabenfeld des Architekten. Bauen bedeutete immer sowohl Erfindung von Neuem, angetrieben von Zeitgeist und Technik als auch Umgang mit der materiellen Substanz des bereits Gebauten. Die Wiederverwendung, die Reparatur, die neue Sinngebung für alte Hüllen, auch die stilistische Überformung, *rigoros und einfühlsam je nach Gesellschaftsform und Wirtschaftskraft* haben Baugeschichte gemacht.

Die Jahre des Baubooms in der BRD haben uns einem quantitativen Sättigungsgrad mit Neu-Gebautem angenähert. Die langjährige Konzentration auf das Neue förderte zugleich eine Wegwerf-Mentalität gegenüber dem Alten. Nicht gegenüber dem historischen Prachtstück! Das wurde, wie die antike Kommode im kühl-eleganten Environment einer modernen Wohnung gepflegt, präpariert, in Kontrast gesetzt, aber auch zugleich vereinzelt und seines ursprünglichen Kontextes entkleidet. Mit dem „Alten“ ist hier somit nicht das Besondere gemeint, sondern das Gewöhnliche, der Zweck-Bau, auch Nutzungs-Objekt genannt, das in jüngerer Vergangenheit zuweilen noch nützlicheren Nutzungsobjekten zu weichen hatte. Es ist auch heute noch nicht so, daß die Erfolge der Denkmalpflege, die diesen Mechanismus durchbrechen konnten, den ungeteilten Konsensus des sogenannten breiten Publikums finden. Eine neue Kreissparkasse statt eines ehemaligen, seiner Funktion längst beraubten Acker-Bürgerhofes an der Hauptstraße einer ländlichen Kleinstadt wird immer noch als Gewinn und als Zeichen des Fortschritts gefeiert. Überzeugungsversuche, um im Beispiel zu bleiben, den von der Evolution des Verfalls gezeichneten Acker-Bürgerhof in eine Kreissparkasse umzubauen, scheitern auch heute noch an Argumenten, die schwer zu entkräften sind:

- Erinnerung versus Wirtschaftlichkeit und Funktionalität,
- Geschichtlichkeit versus Statusdarstellung oder,
- Emotion versus kalkulierbare Rationalität.

Dennoch ist zu konstatieren, daß sich das argumentative Umfeld für Erhaltung, Umbau und Wiedernutzung wesentlich verbessert hat. Für politisch und ökonomisch Handelnde allerdings ist die These von gewandelter Werthaltung und verändertem Zeitgeist noch nicht verlässliches Allgemeingut geworden, so, wie es Architekten nach einer vollzogenen Kurskorrektur anzunehmen geneigt sind. Wenn es nicht gewandelte Wertsicht, die sie über Umbau und Substanz nachdenken läßt, so ist es die mittlerweile gesetzlich abgesicherte Autorität der Denkmalpflege, ihre Mittelzuweisungen und die angebote-



*Abb. 1:
Generatorenhalle, Generator*

nen verbesserten Abschreibungsmöglichkeiten für getätigte Investitionen, die den Umgang mit Vorhandenem aktualisiert.

Solange Arbeit im Bestand sich auf die Einfügung oder Wiederherstellung eines Objektes in einem intakten Ensemble beschränkt, Nutzungsart und Nutzungsprogramm sowie Investitionsrahmen geklärt sind, bedeutet dies für den Architekten eine Aufgabe, die seine stilistische und technische Phantasie herausfordert, in ihren Konsequenzen aber überschaubar bleibt. Weitet sich das Aufgabenfeld auf einen größeren Bereich aus, der nicht nur wiedergenutzt, sondern anders genutzt werden soll, dann werden die Programme unschärfer, die Inponderabilien vielfältiger und die Konsequenzen komplexer und schwerer übersehbar.

Das Arbeitsinstrumentarium der Objektplanung und -abwicklung haben wir parat, die auf Prozeßsteuerung angelegten Instrumentarien der Quartiersplanung sind vorhanden und erprobt. Auch das noch relativ neue instrumentelle Arsenal für die Quartierssanierung, die auf Nutzungserhaltung abzielt, ist verfügbar. Keines von ihnen jedoch greift in Zusammenhang mit großflächiger Umnutzung im Bestand jeweils einzeln. Die gewohnte Schichtung der Arbeitsebenen ist aufgelöst. Die Gleichzeitigkeit von langintervalligem stadtplanerischen Handeln und parallel dazu notwendige Arbeiten am baulich-konstruktiven Detail erfordern eine neue instrumentelle bzw. methodische Organisation des Vorgehens, Gewohnte und eingefahrene Ressort-Zuständigkeiten und Kompetenzen in beteiligten Verwaltungen werden aufgebrochen und verlagert. Fragen der Verwertung und Vermarktung bleiben dort offen, wo nur mit Nutzungsmaßnahmen gearbeitet werden kann und Wirtschaftlichkeitsberechnungen noch nicht möglich sind. Dies wiederum erzeugt Skepsis bei Investoren und Kreditinstituten. Die Auflistung von Restriktionen und ungewöhnlichen Widerständen ließe sich weiterführen: Hypothekenlasten, die auf Ablösung durch wirtschaftliche Verwertung drängen, Altlasten aus Zeiten unbekümmerter industrieller Produktion; bautechnische Ungeheuerlichkeiten; Meinungsstreit um die wahre Denkmalpflege; Stagnation im Wohnungsmarkt; und zur Abrundung der Randbedingungen der vielzitierte Cordon planungs- und baurechtlicher Gesetze und Bestimmungen. Doch nicht der Relativierung des Ergebnisses sollte das Lamento über die widrigen Umstände dienen, sondern nur der Einordnung in eine vielschichtige Realität.

Das Projekt

Die Werksanlage der ehemaligen Norddeutschen Wollkämmerei und Kammgarnspinnerei, der „Nordwolle“ in Delmenhorst wurde 1981 als Produktionsstätte aufgegeben. Sie umfaßt ein Areal von 25 ha, größer als die Innenstadt von Delmenhorst. In ihrer funktionalen Vollständigkeit, in der Homogenität ihrer Gestalt und in ihrem Erhaltungszustand stellt sie einen Archetypus dar, ein Objekt für die moderne Industrie-Archäologie und den Denkmalschutz.

Die überkommene Anlage wurde ab 1884 erbaut und spiegelt das soziale Selbstverständnis und den paternalistischen Führungsstil der industriellen Familie Lahusen eindrucksvoll wider. Die rein funktionalistisch auf Produktionsablauf und Wachstum konzipierte Fabrik mit Lager, Wasserturm und ausgedehnter eingeschossiger Werkshalle umschließt einen Kernbereich, das Energiezentrum mit Kesselhaus, Generator und Schornstein. Es ist eine Inszenierung in neo-romanischer Backsteinarchitektur. Wie eine äußere Fassung legen sich um diesen eigentlichen Fabrikbereich die Verwaltung, die Direktorenvilla mit ausgedehntem Park, Beamtenhäuser, eine Speiseanstalt, ein Mädchenheim in klösterlicher Bauart und im Norden die sogenannte „Heimsiedlung“, eine Arbeiterkolonie. Den Erhaltungszustand verdankt die Anlage der Tatsache, daß nach einem spektakulären Bankrott in den 30er Jahren Nachfolgeunternehmen nie mehr die Größe des internationalen Konzerns erreichten und somit kein Veränderungs- oder Erweiterungsdruck bestand (Werksarchitekten Weyhe und später Deetgen).

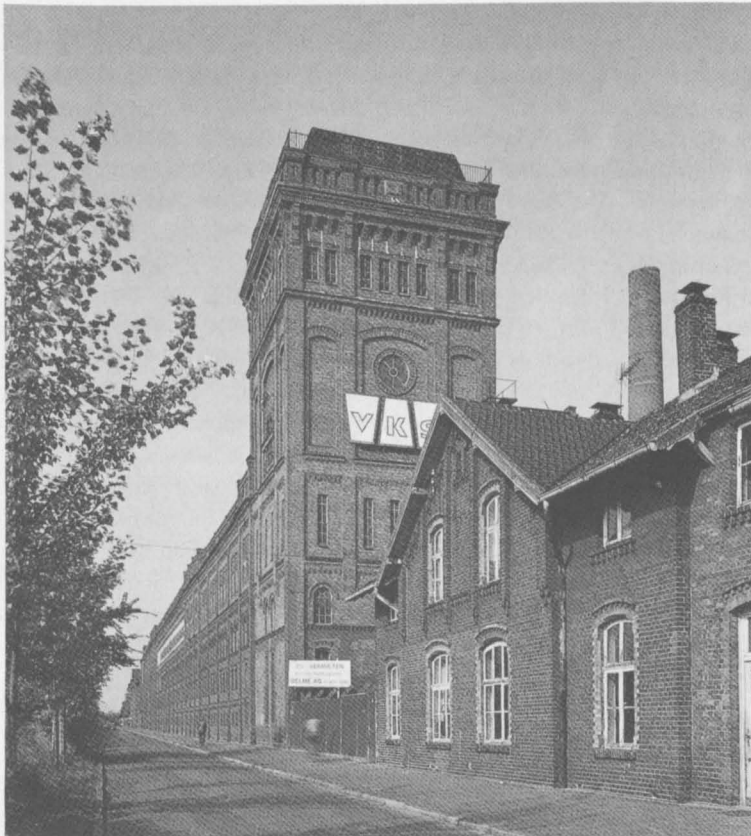


Abb. 2

Im Auftrag der Delme AG, die den Grundbesitz heute verwaltet und in enger Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Institut für Denkmalpflege und der Stadtverwaltung Delmenhorst wurde vom Institut für Städtebau, Wohnungswesen und Landschaftsplanung mit dem Büro Stracke + Partner eine Rahmenplanung zunächst mit dem Ziel erarbeitet, die Umwidmung der Werksanlage im Flächennutzungsplan herbeizuführen, um später auf dieser Basis Teilbebauungspläne zu erarbeiten.

Über alternative Strukturkonzepte und deren Auswertung wurden schrittweise folgende Essentials für Nutzung, Erschließung und Gestalt fixiert:

- Die Werksanlage wird weitgehend zu einem Wohnstadtteil umgewandelt mit einem breit gefächerten Typenangebot und Möglichkeiten der Eigentumsbildung auch für mittlere Einkommenschichten.
- Arrondierung der ehemaligen Heimsiedlung im Norden, Sanierung der vorhandenen Wohnbausubstanz.

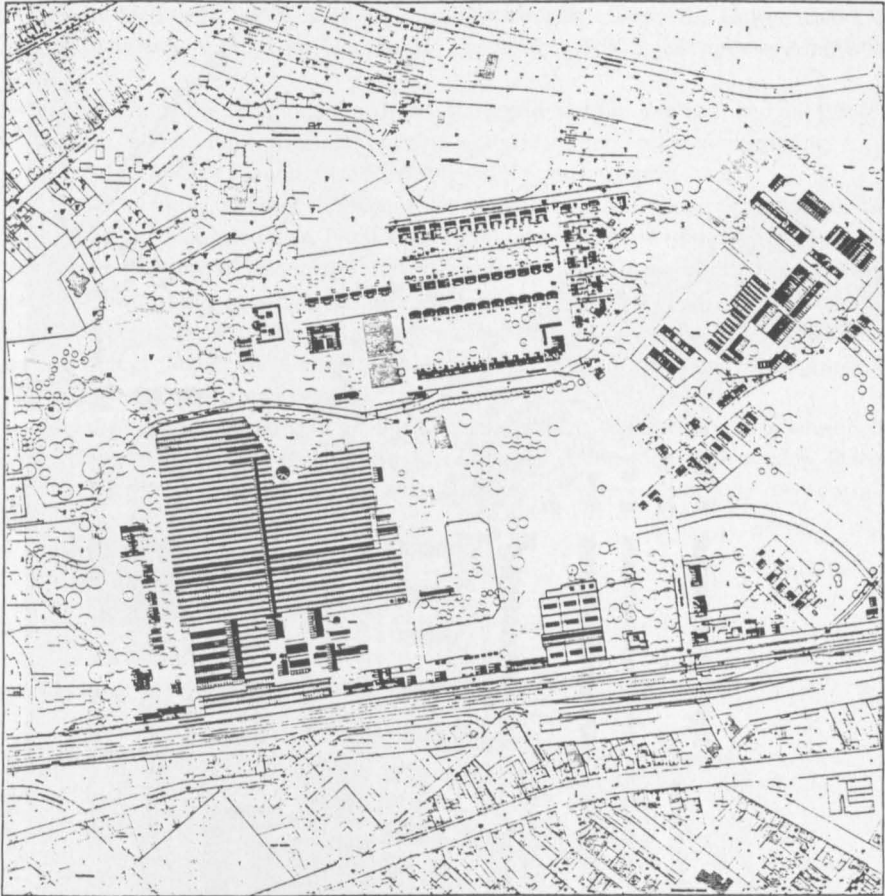


Abb. 3:
Lageplan

- Umwandlung der großen Sheddachhalle in ein verdichtetes Winterquartier unter Erhaltung der Ränder, der typischen Dachlandschaft und der Konstruktionsraster nach Gesichtspunkten des flächen- und kostensparenden Bauens (Reihenhäuser und Gartenhofhäuser).
- Die Neubebauung der östlichen Brachflächen mit Doppelhäusern und freistehenden Einfamilienhäusern auf unterschiedlich großen Grundstücken, im strukturellen Aufbau jedoch an der vorhandenen Heimsiedlung orientiert. – Entlang der Bahn (Verwaltungsgebäude, Lager, Turm) Ausweisung eines Mischgebietes (abgestuft I und II), mit Möglichkeiten einer baulichen Verdichtung (Pufferzone, Emmissionschutz zur Bahnlinie).

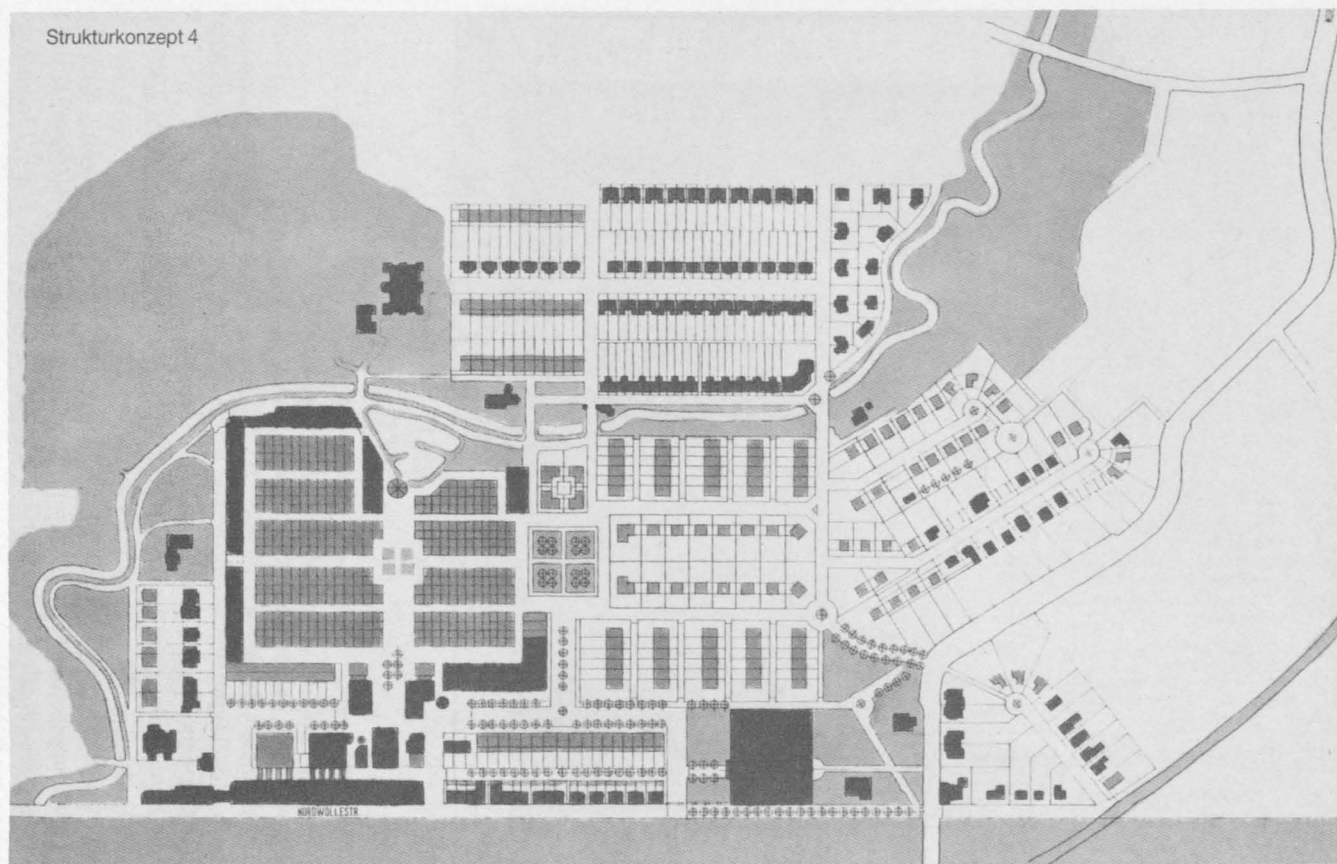


Abb. 4

- Sondernutzungen im ehemaligen „Energiezentrum“: Freizeit-, Kultur- und Gemeinschaftseinrichtungen, Umbau des ehemaligen Mädchenheimes in Altenwohnungen.
- Einbeziehung des vorhandenen Grüns (Parkrand und Baumalleen) und der Wasserflächen (Delme-Fluß, Klärteich) in eine neue Grün- und Freiflächenordnung.

Nach dreijähriger Planungsarbeit ist folgender Status erreicht:

Die Bauleitplanung im Sinne des Konzeptes ist abgeschlossen. Baugenehmigungen für Weiterbau der Heimsiedlung, Umbaumaßnahmen im Bestand und die Umwandlung der Shedhalle in ein Wohnquartier sind erteilt. Hier werden in diesem Jahr etwa 40 von ca. 200 Häusern fertiggestellt. Der Umbau des Mädchenheimes in ein Seniorenheim ist abgeschlossen. Umbau und Erhaltungsmaßnahmen im gewerblichen Bereich sind bereits weit gediehen. Die Generatorenhalle mit der neoromanischen Rosette wurde in ein Industriemuseum umgewandelt.

Mit dieser Aufzählung sind zugleich Planungs- bzw. Arbeitsebenen beschrieben. Wie weit ihre komplexe Verflechtung geht, soll im folgenden dargestellt werden. Dabei ist die Antizipation möglicher aber nicht gesicherter späterer Zustände das zentrale Problem.

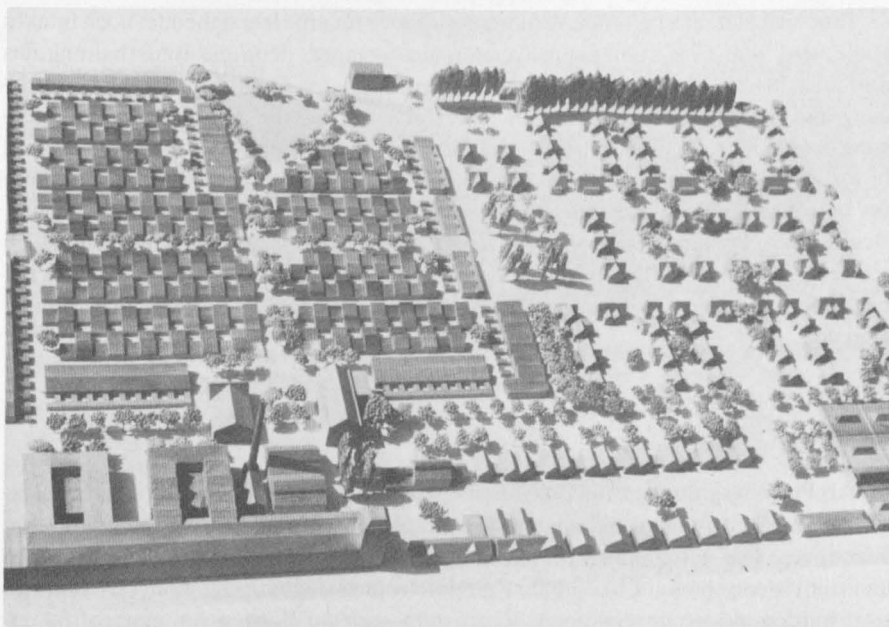


Abb. 5:
Massenmodell

A Der Rahmenplan

Die generellen Nutzungszuweisungen für Teilbereiche des Gesamtareals ergeben sich aus Lage, Erschließungsqualität, Bausubstanz. Die Denkmalpflege, gestützt auf ein qualifiziertes Gutachten, drängt auf weitgehende Erhaltung. Die Stadt stellt sich ein Wohngebiet nach Strukturmustern vor, wie sie ihr bekannt sind. Diese schließen eine weitgehende Erhaltung der für Wohnungsbau vorgesehenen Teilbereiche aus. Um die unterschiedlichen Zielvorstellungen zu einem Konsensus zu bringen, wird es erforderlich, mögliche Wohnformen unter den gegebenen Bedingungen bereits auf der Arbeitsebene des Flächennutzungsplans relativ genau zu definieren. Das gilt vor allem für den Bereich der eingeschossigen Sheddach-Halle mit einer Ausdehnung von 240 + 230 m, die neben den mehrgeschossigen Lager- und Verwaltungsbauten das merkmalsbildende Gestaltelement der Fabrikanlage darstellt. Festlegungen für die entwickelten Reihen- und Gartenhofhäuser werden in die verbindliche Bauleitplanung übernommen und damit vorfixiert. Ob der regionale Wohnungsmarkt Art und Menge dieser Typen annehmen wird, bleibt ungesichert. Testgespräche mit Maklern und potentiellen Käufern machen deutlich, daß sich kein Mensch, die leerstehende Riesenfabrik vor Augen, vorstellen kann, hier ein akzeptables Wohnumfeld zu finden. Die gleiche Unsicherheit begleitet die Nutzungsvorschläge für andere Baubereiche. Es entstehen alternative Angebotsplanungen, deren Spektrum jedoch durch die zu treffenden Festlegungen dem Rahmen der Bauleitplanung definiert bzw. eingegrenzt werden müssen. Schon hier beginnt die Gratwanderung zwischen Bindung und Offenheit.

Eine sich plötzlich bietende Vermietungschance für eine leerstehende, noch intakte Halle wird vom Eigentümer selbstverständlich genutzt, denn die Bauerhaltung des morbiden Bestandes, zumindest seine Sicherung, kostet Geld. Eine partielle Festlegung löst eine Kettenreaktion neuer Überlegungen aus, die den Gesamtzusammenhang ebenso betreffen wie ad hoc-Entscheidungen zur raschen Wiederherstellung eines historischen Fassadenteiles, eines Teilabrisses oder der Erneuerung der Haustechnik der betreffenden Halle. Daneben geht das Planfeststellungsverfahren seinen Gang mit Beschlüssen, Fristen, Beteiligungen, Einwendungen und Änderungen und schließlich seiner Genehmigung. Die mittlerweile aus unvorhersehbaren Ereignissen und Tatbeständen resultierende Liste der Planungs-Änderungswünsche wächst: Revision ist angesagt.

1. Fazit

Als Planungsgrundlage für Umwidmungs- und Umbaumaßnahmen reichen der Flächennutzungsplan in Verbindung mit Rahmenplänen, die lediglich Leitlinienfunktion haben, aus. Das verbindliche B-Planverfahren ist zu inflexibel und zu zeitaufwendig und sollte wenigstens auf bestimmte Zeit durch ein verfügbares Lenkungs-gremium ersetzt werden, dessen übergreifende Kompetenz auch das Baugenehmigungsverfahren einschließt. Unmittelbare Steuerungs- und Entscheidungsmöglichkeiten statt formalisiertem Verfahren!

B Umbau am denkmalgeschützten Bestand

Umbauerfordernisse ergeben sich mittlerweile aus Nutzeranforderungen. Der Rahmenplan einschließlich seiner Programmvorschläge weist den einzelnen Bauteilen und Bereichen mögliche Nutzungen zu. Probeweise Alternativplanungen im Sinne von Angebotsplanungen liegen bereit. Ohne bemerkenswerte Eingriffe in die Außengestalt hat sich ein Bistro in der ehemaligen Speiseanstalt eingenistet, ein Squash-Center in einer ehemaligen Maschinenhalle. Fassadenergänzungen bzw. Sicherungsarbeiten, die z.Zt. ausgeführt werden, werfen auch keine wesentlichen Probleme auf. Im Gehäuse der ehemaligen Wollwäscherei wird z.Zt. ein Technologiezentrum eingerichtet. Der Baukörper war teilweise in umgebende Bebauung integriert. Er wurde freigelegt und braucht zwei neue Fassaden. Nicht im Nutzungsprogramm, vielmehr in der Ausführung des baulichen Details der Außenhaut scheiden sich die Geister. Kosten-nutzungsrechnung steht gegen Nachbau einer interessanten Backsteinarchitektur, Reichsformat mit Zahnschnitten, Gesimsen und Bogenfenstern. Unter Kontrolle, aber auch mit Hilfe der Denkmalpflege entsteht ein Gebäude, das 1870 hätte gebaut sein können. Orthodox wird rekonstruiert. Der neue Inhalt ist nicht „maßgebend“. Das Ganze wird sehr schön aussehen. Bezahlbar ist es nur mit Hilfe von Denkmalpflegemitteln; auch das Nachempfundene, wärmegeämmte vormalige Gußeisenfenster. Die Grenzen des sinnvollen Umbaus werden sichtbar, wenn Tragwerk, Mauerwerksqualität und Dachkonstruktion Probleme aufwerfen.

2. Fazit

Die Rekonstruktion einer neo-romanischen Fabrikfassade, ein Ekletizismus an sich, ist eine interessante Herausforderung. Sie verlangt stilistische Kenntnisse und stellt hohe Anforderungen an die Kunst des Ausführungsdetails.

Denkmalpflege sollte jedoch nicht nur das äußere Erscheinungsbild erhalten oder wiederherstellen. Sie sollte zeitgemäße Interpretationen des Wesens eines Gebäudes zulassen. Dabei könnte sich Industriebauarchäologie und Spurensuche durchaus auf Fundstücke beschränken. Erinnerungen benötigen nicht der Neuinszenierung einer gewesenen Realität. Die geforderte Genauigkeit der Rekonstruktion hat ihren Grund und wir müssen sie akzeptieren; in allzu vielen Fällen sind wir den Beweis zeitgemäßer Kongenialität schuldig geblieben. Dies ganz besonders im Gewerbebau. Mimikri als das kleinere Übel? Hier haben wir Terrain verloren!

C Wohnungsbau in der Fabrik

Die Umsetzung vorhandener Architekturelemente in Wohnungs-Entwürfe erweist sich als ebenso reizvoll wie machbar. Es geht hier nicht um Nachbau, sondern um Neuentwicklung. Für den Weiterbau der Arbeitersiedlung im Norden, der sogenannten Heimsiedlung, geben die alten Doppel- und Reihenhäuschen mit Kniestock und Ornament, vor allem aber durch ihren Maßstab Vorgaben, die sich hervorragend auf die Maximen des kosten- und flächensparenden Einfamilienhausbaus übertragen lassen,

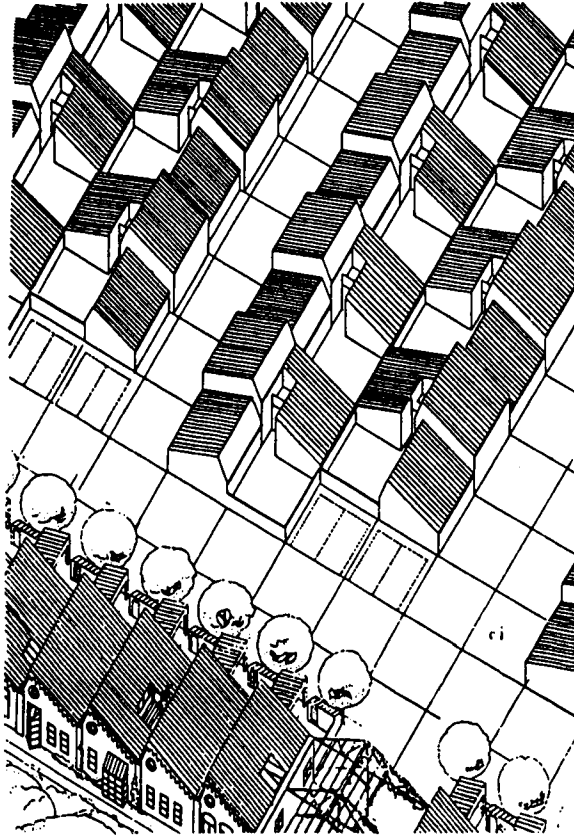


Abb. 6:
Überarbeitetes Bauungskonzept Sheddalle (1984)

ohne Nostalgie und Romantik. Die Diskussion um Standardsenkung und Eigenleistung am Bau hat offensichtlich zu den Quellen zurückgeführt.

Das Kernstück des gesamten Projektes ist die bereits erwähnte Sheddach-Halle mit massiver, plastischer Backsteinumwehrung, einem Konstruktionsraster von $7,20 \times 7,20$ m, Holzkonstruktion auf Eisenstützen. Rand, Raster und Dachform bilden die verbindlichen Elemente der Neuplanung: Eine Wohnkasbah, deren Gartenhof und Reihenhäuser, Wege, Grün und Erschließungsflächen auf dem gegebenen konstruktiven Modul entwickelt werden und deren Dachlandschaft an das unendliche Sheddach erinnern wird. Es gibt Probleme mit alten Teilunterkellerungen, Leitungen, der GFZ und der Feuerwehr. Die Interpretation des Bauwerks findet den Konsensus des Denkmalpflegers, offenbar deshalb, weil eine neue Nutzungszuweisung erfolgt. Die Menge wird abschnittsweises Bauen erforderlich machen. Eine Startergruppe auf einer weiten

Wüstung, diese Vorstellung ergibt berechtigte Sorgen um das Erstimage und damit um die Marktfähigkeit der Maßnahme. Hier kann nur der Preis des einzelnen Hauses kompensierend wirken. Förderungen sind zugesagt. Eine einfache Bautechnologie und mäßiger Bodenpreis werden ein übriges tun.

3. Fazit

Die Rückkoppelung dieser Bauweise in den B-Plan bereitete formale Probleme, selbst wenn das vorhandene Konstruktionsraster Maßgenauigkeit sicherstellte. Die endgültige Definition der Denkmalpflege, ob nur der zu erhaltene Außenrand oder auch die neue Füllung Denkmal sind, die – „langsam in einen Denkmalstatus hineinwachsen“, steht noch aus. Sie interessiert nicht so sehr als wissenschaftliche Ausdeutung. Sie entscheidet prosaisch über den Grad der Förderung, die materielle Seite der Baukunst.

Der Verfall verläuft evolutionär. Eine revolutionäre Phase des Umbaus wird es nicht geben. Es wird einer langfristigen Steuerung und Zuwendung bedürfen, die Evolution einer neuen Entwicklungsphase weiter zu begleiten.

Schlußbetrachtung

Es wird deutlich, Umnutzung und Umbau in historischer Substanz zunächst das Begreifen der Eigentart eines Projekts erfordern, daß Entwerfen ein wichtiger aber nur kleiner Teil der Aufgabe ist und daß langfristige Betreuungs- und Managementfunktionen erforderlich sind, die neo-romanische Giebelrosette nicht zu einem nostalgischen Accessoire verkommen zu lassen. Architekturformen der Vergangenheit als manifeste Erinnerung zu bewahren, sie in den Kontext der Gegenwart zu überführen und somit neu zu interpretieren, heißt zugleich Standorte vor dem Brachfallen zu retten, mehr noch, unsere Gesellschaft vor der Vermehrung geistiger Brachen zu warnen.

23. 1. 1988 in Braunschweig

Einführung in die Vernünftigkeit des neuen Testaments

Von **Heribert Boeder**

Wilhelm Loock dankend

Wie kann man noch ...? So wird man sich vor diesem – gelinde gesagt – altväterischen Titel fragen. Er erinnert sogleich an die mannigfaltigen Versuche in der frühen Neuzeit, – mit Locke gesprochen – die „reasonableness of Christianity“ zu beweisen. Wie konnte man schon damals noch ... – nach dem epochalen Stoß, den die lutherische Glaubens-Lehre gegen die Theologie als solche geführt hatte? Doch kann im Blick auf Leibniz und Berkeley, zuvor auf Descartes und Hobbes, von einem „noch“ keine Rede sein; eher von einem „wieder“ – was Kraft und Befugnis der „natürlichen“ wie auch der „weltlichen“ Vernunft anlangt. Allerdings fanden ihre Versuche, die Vernünftigkeit des christlichen Glaubens darzutun, bald unter den Schnitten von Hume und Rousseau ihr Ende. Nur scheinbar leben sie in Kant, Fichte und Hegel wieder auf. Wenn die Philosophie sich von der Religion nur durch ihre „wissenschaftliche“ Form unterscheidet, ist doch darauf zu achten, daß eben diese Form von sich aus ihren Inhalt bestimmt – zunächst „innerhalb der Grenzen der bloßen Vernunft“, sodann gemäß dem notwendigen „Glauben“ im Wissen, zuletzt in dem Grunde, der die Freiheit der Idee ist.

Aber wie kann man noch heute...? Im Horizont der Moderne und der ihr eigentümlichen Besinnung muß der besagte Titel geradezu als abstrus empfunden werden. Wie könnte die Religion da noch als eine Gestalt des Wissens gelten? Wenn man die Rede von „Religion“ fahren läßt – das Neue Testament ist nicht auf sie angewiesen –, wenn man sich nur an „die Schrift“ hält, mag man bestimmte Erlebnis- oder Denk-Weisen in ihr finden wollen, aber am allerwenigsten nach ihrer „Vernünftigkeit“ Ausschau halten.

Wie kann man noch nach Nietzsche...? So wird man im Horizont der Moderne bestimmter fragen. Hat er jenen Titel nicht nach jeder Hinsicht zu einer Torheit werden lassen und überdies zu einer durchaus unlöblichen? Aber wie sollte Nietzsche hier vergessen sein – nach seiner Erörterung im „Vernunft-Gefüge der Moderne“ (Freiburg, 1988)? Wenn er eines nicht sein will, dann eine Gedanken-Scheuche. So hat denn Heidegger die Erfahrung des „Todes Gottes“, will sagen: seines Unglaubwürdig-geworden-seins in christlicher Bestimmtheit, in die Erfahrung der „Seins-Verlassenheit“ übersetzt und also in eine Erfahrung mit dem Geschick der Metaphysik, nicht mehr des christlichen Glaubens. Was bleibt angesichts dieser Übersetzung von der Gegnerschaft zum „Gekreuzigten“? Sie fällt außerhalb der Auseinandersetzung mit dem Denken des „Ersten Anfangs“ samt seiner „Theologischen Wissenschaft“. Außerhalb ihrer Geschichte scheint aber noch eine andere „Theologie“ möglich zu sein. Welche?

In dem späten Vorwort zu „Was ist Metaphysik?“ (20) heißt es: „Die Unverborgenheit des Seienden gab erst die Möglichkeit, daß sich die christliche Theologie der griechischen Philosophie bemächtigte, ob zu ihrem Nutzen, ob zu ihrem Schaden, das mögen die Theologen aus der Erfahrung des Christlichen entscheiden, indem sie bedenken, was im ersten Korinther-Brief des Apostels Paulus geschrieben steht: ‚Hat nicht zur Torheit werden lassen der Gott die Weisheit der Welt?‘“. Zunächst: Gab es jemals eine von der griechischen Philosophie unberührte christliche „Theologie“, die sich jener bemächtigen konnte oder auch nicht? Etwa eine „Theologie“ des Neuen Testaments selbst? Sie hat sich jedenfalls nicht als solche vorgestellt. Und welcher Philosophie hätte sie sich bemächtigt? Heidegger kann nicht anders: was „die Griechen suchen“ muß ihm als die Metaphysik erscheinen, als die letzte vorpaulinische, nämlich die aristotelische Erste Wissenschaft. Und er schließt mit der Frage: „Ob die christliche Theologie sich noch einmal entschließt, mit dem Wort des Apostels und ihm gemäß mit der Philosophie als einer Torheit Ernst zu machen?“ Welche heutige Theologie könnte sich denn dazu entschließen? Doch wohl nicht die historisch-philologische akademische Disziplin dieses Namens oder gar deren soziologischer, psychologischer und linguistischer Anhang. Bedarf sie überhaupt noch eines solchen Entschlusses – nach dem, was sie längst tut? Und inwiefern: „noch einmal“? Nach dem Entschluß Luthers, die Glaubenslehre von der Theologie zu trennen? Und mit welcher Philosophie sollte die heutige Theologie als einer Torheit Ernst machen? Noch einmal mit der aristotelischen oder thomasischen? Oder etwa mit der diltheyschen, husserlschen, wittgensteinschen? Sind diese Weisheit genug, um vor der geoffenbarten Weisheit Gottes als Torheit erscheinen zu können?

Zuletzt: wie kann Heidegger dies noch nach Nietzsche sagen? Nun – er hat jedenfalls gekonnt und zwar die erwähnte Übersetzung vermocht.

In Erneuerung seiner Frage „Was ist Metaphysik?“ war aber auch die Erfahrung der „Seinsverlassenheit“ zu übersetzen und zwar aufgrund einer Unterscheidung des „Bergens“ in der ursprünglichen Verborgenheit des Wahrheitswesens (s. „Topologie der Metaphysik“, Freiburg 1980). Ein schon vollbrachtes Bergen zeichnete sich da ab: das der „conceptualen“ Vernunft, welche die Wahrheit der epochalen Weisheits-Gestalten unserer Geschichte concipiert hat – jeweils zu dieser Aufgabe hervorgerufen. Eine Vernunft wird aber nur von dem an ihm selbst Vernünftigen hervorgerufen. Das ist der Gedanke einer dem Menschen freistehenden Unterscheidung von sich selbst. Ihm gibt eine jede der Weisheits-Gestalten das geschichtliche Gepräge.

Die Erschließung des Vernunft-Gefüges der Moderne ließ die Erfahrung der „Seinsverlassenheit“ zunächst in die Erkenntnis des Fehlens einer conceptualen Aufgabe übersetzen. Sie ließ aber auch die verschiedenen Stellungen der vormals philosophischen Vernunft ans Licht kommen, nach denen sie sich als die „natürliche“, „weltliche“ und „conceptuale“ unterscheidet – ihre Möglichkeiten vervollständigend. Eben dies ist die Vorgabe für die folgende Darstellung. Sie ist bauenden Wesens – zwar angewiesen auf das Bauzeug der Geschichte, in dessen Auswahl und Fügung aber geleitet von den Möglichkeiten der Ersten Vernunft, nämlich der ratio oder des Verhältnisses aus Bestimmung (A), Sache (B) und Denken (C). Es sind Verhältnisse von unterschiedlicher

Term-Sequenz; sie vervollständigen sich zu Figuren, deren Zusammenhalt von je einem dieser Termini ausgetragen wird.

Im Folgenden geht es um die Weisheits-Gestalt der Mittleren Epoche. Welcher Grenze? Man kennt zwar ein „Mittelalter“, auch der Philosophie. Diese jedoch erscheint ob ihrer Christlichkeit als ein „hölzernes Eisen“ (Heidegger), als ein untunliches Gemisch aus Glauben und Wissen. In solche Unreinheit bleibt verborgen, daß und wie sie von eigenem Prinzip ist, eine eigene Epoche ausbildet – verhüllt von der letztlich hegelschen Unterscheidung des Wahren als Substanz und als Subjekt. Dem entspricht die Vorstellung des Auslaufens der Griechischen Philosophie im spätantiken Neuplatonismus und des cartesischen Neubeginns.

Gegen solche, auch noch für Heidegger selbstverständliche, Zweiteilung ließ die Übersetzung der Forderung, die Metaphysik sich selbst zu überlassen, die Conceptionen der epochalen Weisheits-Gestalten in der Geschichte der Philo-Sophie hervortreten, so auch die einer gesonderten Mittleren Epoche, bezogen auf das Neue Testament. Den ihm entsprechenden plotinischen, augustinischen und thomasischen rationes zuvor ist aber jene „Weisheit der Welt“ zu verdeutlichen, welche in einer ausschließenden Beziehung zur Weisheit des Neuen Testament steht. Die ihr gemäße philosophische Vernunft ist aber von einer Gediegenheit, welcher die besagte Abwägung von „Nutzen“ und „Schaden“ völlig äußerlich bleibt.

I.

Während in der Ersten Epoche die Sophia der Philosophie schlechthin vorausgeht, tritt sie in der Mittleren gegen Ende ihrer Eröffnungsphase hervor – zusammen mit der Gnosis. Dieser geht die Ausbildung des dogmatischen und des skeptischen Denkens voraus. Schon in der Antike wurde jenes nach seiner stoischen und epikureischen Ausbildung unterschieden, dieses nach seiner akademischen und pyrrhoneischen. Solch doxographische Unterscheidung wird im Folgenden auf diejenige der natürlichen und der weltlichen Vernunft zurückgenommen. Nach beiden Seiten läßt der Beginn den Bruch mit der vormaligen Metaphysik, zunächst mit der aristotelischen Vernunft-Wirklichkeit erkennen: prinzipiell keine reine Vernunft-Tätigkeit mehr, sondern auch diese körperlich; nur Körper „sind“: kommen vor – sei es tätig, sei es leidend. Erst die Gnosis erreicht eine neue Unterscheidung von Seiendem und Körper. Dieser nicht einerlei mit dem „Sinnfälligen“ (αἰσθητόν) der Ersten Epoche, welches der Selbstbegrenzung des „Vernünftigen“ (νοητόν) entsprang.

1) Figur der natürlichen Vernunft

a) Man sagte: Wenn nicht Chrysippos (281–208) wäre, wäre wohl auch die Stoa nicht. Erster Teil ihrer Philosophie: Die Logik und zwar als Erkenntnislehre – deshalb „Wissenschaft“ und nicht bloß „Kunst“ (τέχνη) wie für Aristoteles. Eine Figur der natürlichen Vernunft; denn deren erste ratio setzt stets mit dem Terminus des Denkens

(C) ein. Der Gedanke körperlich, aber ein Inneres, bezogen auf ein Äußeres. Er ist φαντασία – ref. „Licht“ (Stoicorum veterum fragmenta, ed. von Arnim, Stuttgart 1968; II 35, 24) – Erscheinung. Diese innen von außen angeregt oder aber bloß von innen – in „leerer Anziehung“; von außen eingebracht das ὑπάρχον, körperlich Vorkommendes; nur es gilt als „Seiendes“, als zu erfassende „Wahrheit“. Aus vormals Gesichtetem und Erfasstem fließt „Vorgefaßtes“ in das jeweilige Erfassen (κατάληψις) mit ein. Ob die Wahrheit einer inneren Erscheinung erfaßt ist, muß der Verstand eigens beurteilen. Nur von ihr her kann das Urteil wahr sein. Er gibt oder verweigert sein Einverständnis (συγκατάθεσις III 40, 18). Jeder Erkenntnis ist ein „Glauben“ innerlich: cum assensione cogitare. Eben daraufhin ist das Urteil ἄξιωμα, Einschätzung der Wahrheit. Das Glauben läßt sich bis zur Sicherheit der Wissenschaft befestigen; sie ist von keiner Überlegung mehr umzustößen. Erkennen ist ein quacere veritatem, eine „Suche“. Es kommt vom Zeichen her über die Mitte des von ihm Bezeichneten auf die Sache selbst zurück, welche innen als Erscheinung auftrat. Bildung des Verstandes als des „Führungsfähigen“, zumal in praktischer Absicht; dem entspricht das hier vorherrschende Interesse am hypothetischen Urteil: Was geschieht, wenn ich das und das tue?

Das Denken wird von dem ursprünglichen Trieb des selber vorkommenden Individuums zur Selbsterhaltung an seine Sache (B) als außen Vorkommendes gewiesen (III 3, 1 & 43, 1). Es ist dem immer schon eigenen Körper zunächst ein Fremdes. Die Selbsterhaltung verlangt Aneignung: Im Vorkommenden und Angehenden als einem Eigenen heimisch werden (οἰκείωσις) – mit Unterscheidung des Zuträglichen und Abträglichem oder auch Indifferenten (III 60, 15). Selbstliebe und Liebe zu den Seinen; Rücksicht auf den „Nächsten“. Als „leidenschaftlicher“ ist der Trieb maßlos (III 92, 5); daher perturbaciones animi (III 132, 13). Verständige innere Einstellung überwindet sie durch ein Wirken im Guten; Einübung von „Tugenden“. Grundlegend die Übereinstimmung mit sich selbst; sie wird aber nur erreicht in einem Leben der Übereinstimmung mit der Natur, mit der Vernünftigkeit ihres Ganzen. Daran Sicherheit über das, was gut ist und was schlecht. In gesellschaftlicher Bedeutung: honeste vivere gefordert (III 153, 14); daraufhin Rangordnung der „Werte“ abstimmen (III 35, 4). Die Sache des Denkens letztlich: τὰ καθήκοντα, das Angebrachte oder die officia.

Angesichts der in der Natur, ihrer Vernünftigkeit, liegenden Bestimmung (A) der Sache des Denkens folgt auf die Ethik in der chrysippischen Philosophie die Physik. Die Bestimmung wird aus dem Ganzen der Welt ersichtlich, will sagen: dem σύστημα zum einen „aus Himmel und Erde und den Naturen in ihnen“, zum anderen „aus Göttern und Menschen und aus dem, was ihretwegen geschieht“ – sie sind finis; letztlich ist aber die Welt der „Gott, dem gemäß die Welteinrichtung vor sich geht und sich vollendet“ (II 168, 11) – er ist efficiens, des Näheren die εἰμαρμένη, das fatum, dem zufolge nichts ohne Ursache geschieht, alles in eine notwendige Verkettung des Geschehens eingebunden ist. Das fatum ist wiederum die vorgebrachte ratio alles dessen, was in der „Vorsehung“ geordnet worden ist (II 264, 19). Sie ist der erste Begriff der natürlichen Vernunft von Gott. Die Naturordnung ist das Werk seiner οἰκονομία (II 269, 4); in ihr beweist er sich als πρόνοια, will sagen: als „technisches Feuer, das alle rationes seminales in sich beschließt“ – die Samen zum rationalen Verhalten der Einzelnen in Allem (II 306, 20).

b) Die skeptische Gestalt der natürlichen Vernunft verbindet sich vor allem mit dem Namen Karneades (214–129); er soll gesagt haben: Wenn Chrysipp nicht gewesen wäre, wäre ich wohl selber nicht – eine auf Verzehr angewiesene Skepsis. Erstlich gegen die dogmatische Bestimmung (A), also gegen die Vorsehung und schicksalhafte Notwendigkeit; Freisetzung der τύχη (s. Jozef Brams, Carneades von Cyrene, Diss. Leuven 1973, test. 101) zugunsten der Selbstbehauptung nicht nur der eigenen Macht (potestas, test. 152, 103), sondern demzuvor des eigenen Willens, der als wesentlich innerer die Realisierung sucht (test. 151). Zwar sind Ursachen-Reihen anzuerkennen, nicht aber eine einzige; es gibt nicht in jedem Fall zwingende causae antecedentes (test. 152). Der Handelnde kann eine Reihe spontan beginnen – offen für Zufälle und das Glück (fortuna, test. 159).

Das dieser Bestimmung entsprechende Denken (C) sichert die Spontaneität des Willens durch seine Selbstbeschränkung hinsichtlich des Erfassens der Wahrheit. Die Überzeugung, daß „alle Vorkommenden unerfaßbar sind“ (test. 78), wird jeweils durch eine Argumentation in utramque partem bestätigt – ohne jedoch in die Konsequenz zu treiben, sich überhaupt des Urteils zu enthalten. An die Stelle der außen Vorkommenden fassenden inneren Erscheinung tritt die φαντασία πιθανή, die glaubwürdige (test. 129). Stufung der Glaubwürdigkeit nach dem Kriterium einer Empfindung von „Evidenz“ (ἐνάργεια, test. 96): gegen Verschwommenheit Deutlichkeit der Anschauung – nicht mehr bloß „Erscheinung“; sodann Zusammenstimmen einer einzelnen Anschauung mit „herzulaufenden“ (συνδρομή); schließlich prüfendes Durchgehen aller beteiligten Anschauungen (test. 146). Daraufhin zwar keine assensio zum Vorkommen von etwas (test. 141), wohl aber probatio oder improbatio, Billigung oder Mißbilligung (test. 124) einer Anschauung im Horizont der Tunlichkeit (test. 129).

Die dem also bestimmten Denken eigentümliche Sache (B) ist das eigene Wohl – zunächst und allgemein (test. 175): Genuß derjenigen Dinge, welche wir uns natürlicherweise in erster Linie (test. 167) zu eigen gemacht haben (sibi conciliari). Der ursprüngliche Trieb geht auf Unversehrtheit und Erhaltung aller Teile des Leibes, Wohlbefinden, uneingeschränkte Sinnesstätigkeit, Fehlen von Schmerz, Schönheit und sonstige natürliche Vorzüge. Was die Welt des Handelnden anlangt, so ist sie nicht mehr als das Natur-Ganze zu denken, sondern als jeweilige Umwelt von mehr oder weniger Lebensdienlichem (test. 161). Keine Götter gehen uns an. Zuversicht in das Überwiegen der „Güter“; also stets Gelegenheit zur „Tröstung“ über dem Andrang vom Mißlichem. Von Natur „angebracht“ ist nichts, nicht einmal Gerechtigkeit; sie ist nur zum Vorteil der Mächtigeren erfunden. Was niemandem eigens auferlegt werden muß: handle nach dem je eigenen Gutdünken, nach erprobter Überzeugung.

c) Überwindung des „Seelen-Räubers“ Karneades durch Numenios (2. Hälfte 2. Jhdt.). Umschlag der Skepsis in Gnosis. Die Sache (B) dem Gutdünken entzogen – angesichts des schon zur Welt gebrachten Guten, in Überwältigung des Schlechten. Die sozusagen moralisierte Welt: mundus ex speciei bonitate silvaeque malitia temperatus (Fragments, Paris 1973; Fr. 52). Moralisch gegensätzlicher Ursprung: Der Stoff ist vernunftlos, ungeordnet, unstat (Fr. 4a), in seiner Gestaltlosigkeit (Fr. 3) aber nicht bloß indifferent, sondern böse: plane noxia (Fr. 52), dabei von eigener Gewalt, weil von eige-

ner Seele (Fr. 53); er muß mit Gewalt „geschönt“ oder „geschmückt“ werden (Fr. 16 & 53). Die einzelnen Körper sind in ihrer Stofflichkeit an sich ohne Zusammenhalt (Fr. 3), bedürfen der anderen Seele des Unkörperlichen (Fr. 4b). Nur dieses „ist“, Eines, Gutes. Ohne es sind die Körper gestorben, Leichname (Fr. 4a). Sogar die Seele des Welt-Ganzen ist eine zwiefältige: je nach Herkunft wohlütig oder böse (Fr. 53), daher im Zwist lebend. Doch das Schöne herrscht an der Welt – κόσμος nicht mehr ohne weiteres „Ordnung“ – vor, obgleich das naturale vitium überall in ihr andrängt; Frieden nur in einem Jenseits zu ihr.

Als geschönte ist die Welt τέχνημα eines göttlichen artifex, verweist so aus sich auf ihre Bestimmung (A). Indem der Schöpfer sich mit dem Stoff einläßt, „spaltet er sich“ (Fr. 11) als Gott. In seiner Begierde zu gestalten, verliert er die Umsicht; er bedarf des Aufblicks zu seinem Vater, dem oberen Gott; nur im Blick auf dessen Ideen kann er den Stoff gestalten, in ein harmonisches Ganzes binden (Fr. 18), also das Sinnliche zu sich heraufziehen. Erst im Aufblick nimmt er die beiden Vermögen an, welche der dogmatische und der skeptische Gedanke dem Menschen zusprachen – in der θεωρία das κριτικόν, in der ἐφεσις das ὁμητικόν, will sagen: die Vermögen des Unterscheidens und des Begehrens, oder Verstand und Trieb. Der in sich ruhende Vater-Gott (Fr. 20) unterscheidet sich zum einem in sich (ἑγγονον), zum anderen von sich (ἀπόγονον). Er ist die ursprünglich bei sich bleibende Vernunft; er ist „der seiende“ (Fr. 13), nach der Septuaginta; „das Seiende-selbst“ (Fr. 17) – unwandelbar, auf keine Weise aus sich heraustretend (Fr. 8); und er ist ebenso „das Gute-selbst“ (Fr. 16), der „König“ jenseits allen Wesens, wohnend in seinem Glanz und Frieden (Fr. 2). Dieser Vater streut die Seelen-Samen – ähnlich den rationes seminales des dogmatischen Gedankens – aus, der Sohn pflanzt sie in die Körper ein (Fr. 13). Dort treffen sie auf deren je eigene Seelen (Fr. 44). Deshalb muß jeder Mensch den Kampf der rationalen mit der irrationalen Seele in sich austragen und zwar bis auf den Tod (Fr. 43). Ihre ἐνωματίσις ist den rationalen Seelen ein Übel (Fr. 48), ein Gefangen-sein in ἡδονή (Fr. 38). Sie suchen die Rückkehr über die Mitte des Unterwelts-Gerichts (Fr. 35), das sie hinauf zu den Seligen der Milchstraße schickt oder verwirft zu einem Leben in entsprechenden Tieren (Fr. 49).

Unter der Bestimmung der göttlichen Vernunft orientiert sich das Denken (C) am Gehalt des λογικόν: an der Gegenwart der vernünftigen Ordnung, der Götter, der Dämonen, des Guten (Fr. 41). Was sich einer in ihm selbst zur Anschauung bringt, ist eine Folge seiner Macht, zuzustimmen oder auch nicht (Fr. 45). Schon über die Vergegenwärtigung von etwas entscheidet vorgreifend die je eigene Billigung und Mißbilligung. Das also moralisierte Denken ist verantwortlich für sein Gedachtes. Unterwerfung der φαντασία: Es geht nicht an, sich das Schöne zur sinnlichen Anschauung zu bringen (Fr. 2); denn das Seiende ist nur νοήσει μετὰ λόγου περιληπτόν, also nur in der Wissenschaft zu erfassen und zwar im Ausgang von der Mathematik, welche die körperlose Seele nährt; besteht sie doch ihrerseits wie die Zahlen aus Einheit und Zweiheit (Fr. 39). Eine erkennende Zuwendung zum Ersten Gott ist aber nur dann möglich, wenn sich dieser zuvor seinerseits uns zuwendet (Fr. 12), in seinem concursus mit dem Geschaffenen (Fr. 19). Der Aufstieg zu ihm bedarf seines Beistandes; daher Aufforderung zum



Gebet (Fr. 11). Die Wissenschaft von ihm ist selber eine gegebene – ohne daß er über solche Gabe sich ausgäbe, ärmer würde (Fr. 14). Diese Gabe ist Weisheit; und sie ist den Menschen schon gegeben, sofern sie den unkörperlichen Gott verehrten (Fr. 1b) – den Brahmanen, den Magern, den Ägyptern, Moses und den Propheten (Fr. 1a & c). Diese „schöne Wissenschaft“ entzündet ein Licht (Fr. 14); an ihr wird das philosophische Denken zu einem τροπολογεῖν, zu einem Auslegen eines nicht von ihm selber erbrachten Wissens. Hermeneutik.

Die Modalitäten der natürlichen Vernunft in ihrem dogmatischen Gedanken: 1) wie es ist, 2) wie es sein soll, 3) wie es sein muß; deren Auflösung im skeptischen Gedanken: 3) wie es sich trifft, 1) wie es mir einleuchtet, 2) wie es mich gut dünkt; deren Wendung in den gnostischen Gedanken: 2) wie es sein soll, ist schon zur Vorherrschaft gebracht, 3) wie es sein muß, liegt am göttlichen Vernunft-Willen, 1) wie es ist, wird aus einem schon gegebenen Wissen ersichtlich. Das Vorkommende kann nicht nur nicht, es soll gar nicht erfaßt werden; ist es doch als Körper ohne Wahrheit; diese ist ausschließlich „geistig“. Diesem dogmatisch-skeptisch vermittelten Resultat des Denkens der natürlichen Vernunft keinen Platon assoziieren!

2) Die Figur der Weltlichen Vernunft

Sie dreht sich um die Sach-Termini in ihren rationes.

a) Nicht wie im Falle der natürlichen Vernunft mit dem Denken, also mit dem Inneren der φαντασίαι einsetzen, sondern mit der innerlichen Sache (B): mit den πάθη und ἐπιθυμίαι des „Fleisches“, statt des bloßen Körpers. Sogleich sind Gutes und Schlechtes unterschieden und zwar am „Maßstab“ des je eigenen Befindens (Epicuro, Opere, Torino 1960; 4, 129, 3). Epikuros (341–270): Empfindung von Lust oder Schmerz als des erstlich Vorkommenden – jene als Gefühl für das „Heimische“, dieser für das „Fremde“ (1, 34, 6). Die Seele hier wie bei Chrysippos nur ein „feinteiliger Körper“. Ausgriff nach außen: „sich auf etwas werfen“ von einer Einbildung her (5, XXIV 3). Begierden entweder „natürlich“ oder „leer“ (4, 127, 7) und töricht; jene manchmal zur Erfüllung zwingend (5 X 1). Natürlich: Hunger, Durst, Kälte: in ihnen die „Stimme des Fleisches“ (6, 33, 1). Dieses bezieht sich nur auf das, was da, gegenwärtig ist, die Seele auch auf Vergangenes und Künftiges (1, 137, 3). Was schmerzt immer nur zeitweilig im Fleisch (5 IV 1), so auch die Lust (5 XVIII 1). Dennoch Unterschied in der Zeitlichkeit beider – enden oder nicht enden wollen (5 XX 1).

Die Bestimmung (A), welche am Unterschied der Sache herauspringt: Aufgabe einer privatio – seitens des Leibes die ἀπονία, seitens der Seele die ἀταραξία: „Entlastung“ und „Entstörung“. Wie kommt sie zum Tragen? Im Denken (C) als φρόνησις, Bedachtsamkeit; sie ist sogar höher zu schätzen als die Philosophie (4, 132, 7); denn sie ist die Wirksamkeit der σοφία selbst, auf der Grundlage der Wahrung des Augenscheins und „nüchterner Überlegung“ (5 X 1). Mäßigende Wirksamkeit des Verstandes (6, 4, 1). Doch macht sich gerade durch ihn die Furcht breit – wegen seines Rechnens mit Künftigem. Sie ist nur mit „Wissenschaft“, und zwar φυσιολογία, zu bewältigen (5 XI 10). Nur sie schützt mit „festem Vertrauen“ vor den beiden alldurchdringenden

Ängsten – Eingriffe der Götter und das Totengericht betreffend. Befreiend die Lehre von der atomaren Verfassung alles Körperlichen. Auf ihrer Grundlage sind die Auffassungen von allem zu prüfen, was zu erstreben oder zu fliehen ist. Keine „Tugend“ maßgeblich. Deren angesehenste, die Gerechtigkeit, beruht auf gesellschaftlicher Vereinbarung über das, was zu tun und zu lassen ist. Ungerechtigkeit wegen Furcht vor Entdeckung und Strafe meiden. Keine öffentliche Wirksamkeit; Leben in der Abgeschiedenheit des Eigenen, des „Gartens“; die Zeit mit Gleichgesinnten verbringen in gemeinsamem „Philosophieren“, in gegenseitiger Bestärkung der „wissenschaftlichen“ Überzeugung, daß mit dem Tode „alles aus“ ist, aber unverderblich die Götter und selig in den „Zwischenwelten“ leben (3, 89, 3), ohne sich um die Menschen zu kümmern.

b) Auch die weltliche Vernunft bildet eine Skepsis aus, welche sich anders als die natürliche unmittelbar auf das dogmatische Erkennen und nicht auf die dogmatische Bestimmung bezieht. Das pyrrhoneische Verfahren aufnehmend schreibt Ainesidemos (2. Hälfte 1. Jhdt. v. Chr.) „Gegen die Weisheit“ und „Über die Suche“.

Das Denken (C) nicht mehr Bedachtsamkeit, die sich wissenschaftlich sichert, sondern „Suche, die keine Auffassung zuläßt“ (ζήτησις ἀδόξατος) – eben jene, die zu kennen meint, was zu erstreben und was zu meiden ist. Wenn schon keine Auffassungen, dann auch keine Wissenschaft, die sie prüfen und sichern könnte. Kein Hinausgehen über die φαίνόμενα zu den ἀδῆλα wie den epikurischen Atomen. Festhalten, wie „das Vorliegende erscheint“ – sei es „allen gemeinsam“ oder „jemandem auf eigene Weise“; nicht wissen wollen, „wie es ist“ und zwar „von Natur“ (Sextus Empiricus, PH 78). Schlechthin keine Zustimmung geben; was vorliegt, weder als erfaßbar noch als unerfaßbar versichern. Rückzug auf das Innere des Gedächtnisses: in ihm stoßen sich ebenso die „Phänomene“ wie die „Noumene“. Dieses Verhältnis vertiefen zur „Gleichkräftigkeit“ gegenteiliger Versicherungen: „um nichts mehr“ das eine als das andere. Nötigung zum „Ansichhalten“ mit dem Urteil. Methodisch erbracht nach einer Reihe von Hinsichten, in denen sich Aussagen gegeneinander wenden – zehn „Tropen“. Ἀλήθεια nicht mehr: Wahrheit, sondern „τὸ μὴ λήθον“, was nicht entgeht der gemeinsamen Kenntnis“ (adv. Math. VIII 8).

Was dem Einzelnen vor allem erscheint, sind die Zustände seines Befindens; sie drängen sich mit Deutlichkeit als Sache (B) des Vernehmens auf: innere „Evidenzen“. Was die Aufmerksamkeit des Handelnden auf sich zieht und erstlich berücksichtigt sein will, sind Tatsachen, nach denen sich einer „ohne Philosophie“ und so auch ohne Wissenschaft zu richten hat. Götter verschwinden mit den Auffassungen. Es ist tunlich – nicht „sittlich“ – den Geboten zu folgen, welche in den Gesetzen und Gebräuchen der je eigenen Gesellschaft liegen, mit der einer handelnd zurechtkommen muß. Nichts ist „von Natur“ gut oder schlecht. Skeptische „Führung“: Mäßigung in den Bedrängnissen des Lebens.

Ziel und auch so Bestimmung (A), welche aus der Sache des Denken hervortritt, ist ähnlich wie für die dogmatische Position „Unbelastetheit der Seele“ und deren „Windstille“ – über einem leicht erregbaren Inneren. Die Stille steht aber nicht in der eigenen Macht; sie kann nur erhofft werden, überkommt einen unwillkürlich. Machen läßt sich nur die „Unverstörtheit in Sachen der Auffassung und gemäßigtes Leiden in dem, was uns aufgezwungen wird“ (I, 12).

c) Die weltliche Vernunft wird von der Unruhe hervorgerufen, die den Handelnden in seiner Welt umtreibt. Schließlich zeigt sich: sie ist weder dogmatisch noch skeptisch zu bewältigen. Weder im Äußeren noch im Inneren ist Ruhe zu finden. Ruhe gewährt nur, was „über“ beidem ist. Ausgang von der Bestimmung, wie sie nicht mehr durch eigene Vorhabe geprägt ist, aus eigener Zielsetzung. Das Ziel ist vorgreifend wirklich. Gnostische Stellung der Vernunft – hier am Beispiel der „Hermetik“: der „Poimander“. Rückkehr des Menschen in die Ruhe seines Ursprungs aus dem Ersten Gott, dem „Vater“; Bestimmung (A): zu Gott geworden sein (θεωθῆναι); in seine „Seligkeit“ und „Unverderblichkeit“ – die beiden Merkmale der epikurischen Götter – eingehen. Jenseits dieser Welt die μακαρία θεῶν πολιτεία (civitas dei). Nur von dort kann die Rettung in das „Kennen des Vaters“ ausgehen. Er allein ist und ist wahr und ist gut; er ist die Schönheit; ihn sich anschauen ist beseligend.

Rettung angeboten im „Ruf“. Dieser bedingt durch die Unterscheidung des Vaters in Erzeuger und Erzeugten. Doppelgeschlechtlich: Vater und Mutter des Sohnes, welcher das von ihm ausgehende „Wort“ (λόγος) ist. Dieses bleibt mit der anfänglichen Vernunft geeint, die wesentlich „Wille mit Beratung“ ist. Er will sich offenbaren. Anruf der Erweckung. Der Hörer nimmt Vernunft an, folgt dem „Wort des Herrn“; er entspricht ihm einmal in der Weise des Dankens (εὐχαριστεῖν) und Lobens (εὐλογεῖν, benedicere), sodann in der Weise des Verkündens (κηρύσσειν) der Schönheit, die der pietas und „Kenntnis“ innerhalb der Welt und ihrer Verderbtheit eignet. Das Denken (C), von seiner Bestimmung hervorgerufen, bringt als Hören und Gehorchen das „logische“ Opfer: „dein Wort besingt sich durch mich“. Selbsterkenntnis des „wahren Menschen“ aus Welterkenntnis.

Die γνῶσις zerreißt die Hülle der Welt aus Körpern. Sache (B) des hörenden Denkens ist aber Herkunft und Rückkehr des Menschen: Kosmogonie, Anthropogonie und Eschatologie. Im Werden der Welt – bei zwielichtiger Rolle der sich verselbständigenden σοφία – wird das Gegenwesen des ursprünglichen Lichtes wirksam: die Finsternis. Am Werden des Menschen macht sie sich geltend durch den Abfall des Gott ebenbildlichen Urmenschen. Die Welt als Reich des Todes. In ihr hat nicht jeder Vernunft; diese ist eine Gabe an die ihrer Würdigen. Wirksam zur Trennung vom Körper. Die Seele steigt durch sieben Zonen auf, legt in jeder etwas von ihrer Verkleidung, insbesondere die Leidenschaften und Begierden ab, zuletzt die Lüge; achte Zone: Preis des Vaters zusammen mit den „Mächten“; schließlich Aufstieg des Eingehens in Gott.

II.

Sowohl die hermeneutische als auch die hermetische Gnosis kommen erst nach dem Neuen Testament zur Ausbildung. Sie lassen dessen Wissen in eine Mannigfalt von Weisheits-Angeboten zurücktreten. Vermutlich geht der Anstoß zur Gnosis vom Christlichen Wissen aus (s. Bultmanns „Theologie des Neuen Testaments“); aber seine Ausleger (z.B. Origines) haben Mühe, über der Art ihres eigenen Verfahrens den Unterschied zur Gnosis zu befestigen – zu jener Gesinnung, welche die Nag Hammadi Bibliothek spiegelt. Als Unterschied der hermeneutischen und der hermetischen

Gnosis sei festgehalten: jene vergegenwärtigt eine vormals geoffenbarte Weisheit, diese steht selber in der Gegenwart einer Offenbarung, des „Wortes der Autorität“ (Poimander 1, 2, 3).

Obwohl der Kanon der neutestamentlichen Schriften erst zur Zeit von Augustinus verbindlich festgelegt wurde, wird er hier – mit Bewunderung für seine Ausgrenzung offensichtlich gnostischer Offenbarungs-Literatur – als Grundlage für die folgende Einteilung genommen: die synoptischen Evangelien oder die *narrationes*, wie Lukas sie nennt; die Paulus-Briefe; das Johannes-Evangelium. Welchen Bau des Christlichen Wissens erlaubt diese Grundlage? Welche Figur welcher *rationes* von Bestimmung, Sache und Denken läßt seine Vernünftigkeit hervortreten? Zum Bauzeug gehört hier einmal die spätere theologische Unterscheidung der *operationes Dei*: *potestas*, *voluntas*, *scientia*; sodann die Verhältnisbestimmungen: Identität, Gegensatz, Widerspruch. Auszugehen ist aber von der Bestimmung, welche sich in der Sache dargestellt, die wiederum das entsprechende Denken prägt.

a) Die Bestimmung (A), das ist nicht nur bloß „Gott“, sondern seine „Herrlichkeit“ (δόξα) – wenn anders der Bestimmung stets ihre Gegenwart wesentlich ist. Gott ist gegenwärtig einzig und allein in seiner Herrlichkeit (s. Kittel „Theologisches Wörterbuch zum Neuen Testament“, Stuttgart 1933 ff.). Die *narrationes* fassen sie aber sogleich als **identische** in dem Unterschied auf, nach dem Gott Vater eines Menschen ist, den er als seinen Sohn annimmt. Daß jene Gegenwart nicht bloß die einer Vergegenwärtigung ist, springt unmittelbar an ihrem **Macht**-Charakter heraus. Der Gott überträgt als Vater die Macht auf seinen Sohn, bevollmächtigt ihn (ἐξουσία). Während der Sohn des Menschen geschaffen ist, ist der Sohn des Vaters gezeugt. Als solchem teilt sich ihm die Herrlichkeit mit: zunächst verkündet bei seiner Geburt aus dem göttlichen „Geiste“ und der Jungfrau, sodann sichtbar in der Verklärung mit Vorblick auf Leiden und Auferweckung (Lucas 9, 32) – Anerkennung als Sohn wie bei der Taufe; schließlich die eschatologische Erscheinung von „Macht“ und „Herrlichkeit“ des Sohnes (Marcus 13, 26 & Math. 19, 28). Die gegenwärtige Vollmacht des Sohnes wird dargetan im Wirken von Zeichen; zuletzt wird er selber zum Zeichen (Jonas) in der Auferweckung. Die Herrlichkeit ist die Gegenwart, welche Gott als die seine eröffnet oder verschließt; ihr gegenüber ist die Frage nach seiner „Existenz“ wesenlos. Der Sohn „ist“ nicht ohne den Vater und dieser „ist“ für uns nicht ohne den Sohn, dem der Vater „alles gegeben hat“ (Lucas 10, 22).

Die dem Sohn verliehene Macht der Herrlichkeit – er „ist“ in der Gegenwart des Vaters – kommt in der Erscheinung des väterlichen **Willens** zum Tragen; dieser ist gegenwärtig – wenn auch noch nicht anwesend – als „Reich Gottes“ oder seiner Wohnung: des „Himmels“. Dieses Reich steht aber im **Gegensatz** zum Reich des Satans (Marcus 3, 24 & Lucas 11, 17). Der vom Vater Bevollmächtigte trägt eben diesen Gegensatz des Willens aus: Die Bestimmung geht in ihre Sache (B) ein. Der Wille des Vaters wird in der Verkündigung seines Reiches erfüllt. Fülle der Zeit und Anbruch des Gottesreiches (Marcus 1, 15); Vollendung im kommenden, schon anstehenden Gericht (Marcus 9, 1). Wirken der Zeichen – u. a. Austreibung der Dämonen – als solche der Zukunft. Versuchung Jesu durch den Herrn der Welt (Math. 4, 8); Erfahrung der Fin-

sternis in ihrer eigenen Vollmacht, am Ölberg (Lucas 22, 53). Sie bekommt ihren Willen – vorübergehend.

Das der Sache entsprechende Denken (C); es wird von der „gegebenen Kenntnis“ des „Himmelreiches“ bewegt – wie sie den einen gegeben ist, den anderen nicht (Math. 13, 13): den Sohn als solchen zu erkennen. Anerkennung. „Niemand erkennt, wer der Sohn ist, wenn nicht der Vater, und wer der Vater ist, wenn nicht der Sohn und wem, wenn er es will, der Sohn offenbart hat“ (Lucas 10, 22). Solche Erkenntnis bewahrheitet sich nur darin, „den Willen des Vaters zu tun“. (Math. 7, 21). Eben dadurch wird einer zum Verwandten des Sohnes (Markus 3, 35). Das eigentümliche **Wissen** des gemeinsamen Willens von Vater und Sohn spricht sich im Liebes-Gebot aus. Mit ihm bricht der **Widerspruch** auf, an dem das „natürliche“ und „weltliche“ Denken scheitert: „Liebet eure Feinde; tut Gutes denen, die euch hassen“ (Lucas 6, 27). Einsturz der überkommenen Gesinnung und ihrer Grundlage: der aequitas; „Ungleichheit“ im Tun der Wahrheit am Nächsten wegen des absoluten Unterschiedes, den die Sohnschaft macht. „Euch ist gesagt worden“ – in Rücksicht auf das, was dem weltlichen Denken zumutbar ist –, „ich aber sage euch“ (Math. 5, 43); denn der Verkünder spricht als der Sohn, als der von seinesgleichen unterschiedene Mensch, unterschieden bis zum Widerspruch gegen die Gesinnung dieser Welt überhaupt. Erste Erscheinung der Vernünftigkeit des Neuen Testaments – im Terminus des Denkens, das Glaube ist, der seine Zustimmung im Tun der Liebe bewahrheitet. Eben darin teilt sich das Wissen von der Herrlichkeit Gottes mit. „Vollkommen“ sein wie der „Vater im Himmel“ (Math. 5, 48) – dies heißt: ihn verherrlichen. Daraufhin das „Wohlgefallen“ des Vaters am Sohn (Marcus 1, 11).

b) Die paulinische ratio setzt unmittelbar mit dem Terminus des Denkens (C) und zwar als Glauben ein. Abschied vom Sehen der gewirkten Zeichen, also von den Jesus-Geschichten. Glauben als Unterstellen des Erhofften (Heb. 11, 1), des künftigen Sehens Gottes „von Angesicht zu Angesicht“ (1 Kor. 13, 12). **Wissen** Gottes, weil: sich von ihm erkannt wissen, anerkannt, sogar erwählt (Gal 4, 9; 1 Kor. 13, 12; 1 Thess. 1, 4). Wozu? Dem offenbarenden Christus als dem „Herrn“ entsprechen (Röm. 10, 9), ihm gehorchen (Röm. 1, 5). Das Denken in **Identität** mit ihm: πίστις δι' ἀγάπης ενεργουμένη, Glaube, der sich durch Liebe verwirklicht (Gal. 5, 6). Deren Werke als von dem Herrn gewirkte wissen. Zustimmung zu ihm, nicht mehr zum Gesetz (Röm. 3, 20). Nur er gibt zu denken, zu glauben, zu tun. Keine Selbstrechtfertigung aus dem Tun gebotener Werke. Im Gedanken an ihn als den in uns Wirkenden handeln – in den durch seine Gnade Erwählten. Umwälzung der Denkart; „im Glauben vernehmen“, was das Wort Gottes wirkt (Heb. 11, 3). „Erneuerung der Vernunft“ wird zur „Umgestaltung“ des Menschen (Römer 12, 2). Nicht mehr in sich, sondern im Herrn stehen (Röm. 14, 4; 1 Thess. 3, 8; 2 Kor. 13, 5) besagt: aus einem „Toren“ zu einem „Bedachtsamen“ geworden sein (1 Kor. 3, 1; 4, 10) – gemäß der „schönen Lehre“ (1 Tim. 4, 6).

Die paulinische Fassung der Bestimmung (A) zeigt das erstlich Gedachte des besagten Glaubens: „daß Christus als von den Toten Erwecker nicht mehr stirbt, der Tod seiner nicht mehr Herr ist“ (Römer 6, 9). Er hat im äußersten Gehorsam den Tod auf sich genommen und zur Unterscheidung gebracht. Daher „die Erkenntnis der Herrlichkeit

Gottes in der persona Christi“ (2 Kor. 4, 6); denn „Tod“ besagt hier: die verweigerter Gegenwart Gottes. Sie wird gewährt in der Offenbarung seiner **Macht**, die Toten zu erwecken (2 Kor. 1, 9) – eben deshalb an der Ohnmacht des Todes in der Auferweckung Christi: sie geschieht „durch die Herrlichkeit des Vaters“ (Römer 6, 4) – als Aufnahme in sie (15, 7); da wird ihr „Reichtum“ erkennbar (Römer 9, 22). Der Herr ist derjenige der Herrlichkeit (1 Kor. 2, 8). Deren Verkündigung sammelt sich aber auf ihn als den „Gekreuzigten“ (1 Kor. 1, 23). Die Herrlichkeit des Gekreuzigten als solchen muß an der Schmach dieses Todes (Gal. 3, 13) sichtbar werden. Die extreme „Metamorphose“ zugunsten derjenigen des Menschen: Gott wird nicht nur Mensch, sondern „Knecht“; seine Selbsterniedrigung reißt den **Gegensatz** auf, in dem allein die Herrlichkeit zur Gegenwart kommt, erkannt werden kann: der Gekreuzigte, „der Herr Jesus Christus in die Herrlichkeit des Vaters“ (Philipp 2, 6). Auf die so gefaßte Bestimmung hin ist die Verkündigung mit einem Wort: der λόγος des Kreuzes (1 Kor. 1, 18).

Das Wissen Gottes kommt an uns in der Gnade des Glaubens; die göttliche Macht offenbart sich ihm an der Auferweckung des Gekreuzigten vom Tode zur Herrlichkeit. Und der **Wille** Gottes? Er erschließt sich an der Sache (B) der besagten Bestimmung, wie sie nicht mehr das Reich, sondern – wie Bultmann bemerkt – „die Gerechtigkeit Gottes“ ist. Sie realisiert sich aus dem Gehorsam des Gekreuzigten als rechtfertigendem. Durchdringt die Welt derart, daß sie diese auch noch als Schöpfung zur „Herrlichkeit der Kinder Gottes“ (Römer 8, 21) befreit. Annahme als Kind bedeutet aber: vor Gott gerechtfertigt sein, von ihm freigesprochen sein (2 Kor. 5, 19). Dies kann aber nur geschehen, wenn „unser alter Mensch mitgekreuzigt worden ist, damit der Körper der Sünde zerstört wurde“ (Römer 6, 6) – in einer Kreuzigung des Fleisches „mit den Leidenschaften und Begierden“ (Gal. 5, 24). Ins Ganze gewendet: „die Welt wird mir gekreuzigt und ich der Welt“ (Gal. 6, 14). Nur so „werden wir mitverherrlicht“ (Römer 8, 17). Die Gerechtigkeit Gottes kommt über uns unter der einzigen Bedingung des Glaubens, dem allein sich die besagte Bestimmung erschließt. Der Glaube aber ist denen eigen, die sich von Gott erkannt wissen – will sagen: denen, „die er zuvor kannte und zuvor dahin bestimmte, Eingestaltige des Bildes seines Sohnes zu sein, daraufhin, daß er der Erstgeborene unter vielen Brüdern ist; die er aber vorausbestimmte, die berief er auch; und die er berief, rechtfertigte er auch; die er aber rechtfertigte, die verherrlichte er auch“ (Röm. 8, 27). Genau an dieser Vorbestimmung zum Heil, an dieser Entscheidung des göttlichen Willens, scheitert der Verstand. Die andere Erscheinung der Vernünftigkeit des Neuen Testaments entspringt dem **Widerspruch** in der Gerechtigkeit Gottes: sie scheint die Gleichheit der Gabe an Alle zu verweigern. Dennoch ergeht die Gabe an Alle, jedoch als eine abstoßende. Das Kreuz ist den einen ein Skandal, den anderen eine Torheit. Was zu denken gibt, ist die gegensätzliche Erscheinung der Herrlichkeit. Sie ist dem unbegnaden Denken, dem alten Menschen und seiner nicht erneuerten Vernunft, unannehmbar. Sie findet nicht die Gerechtigkeit, die sie immer schon gemeint hat.

c) Die johanneische ratio setzt mit einer verwandelten Sache (B) ein: aus der Gerechtigkeit Gottes ist seine Liebe geworden – nicht mehr nur zu dem, den er als Sohn angenommen hat, oder zu denen, die er als Glaubende erwählt hat, sondern zur Welt

überhaupt als der des Lichtes und so als der seinen. „So sehr hat Gott die Welt geliebt, daß er seinen einziggeborenen Sohn gegeben hat, damit jeder, der an ihn glaubt, nicht verderbe, sondern ewiges Leben habe; denn nicht hat Gott den Sohn in die Welt gesandt, damit er die Welt richte, sondern damit die Welt durch ihn gerettet werde“ (3, 16; vergl. 12, 47). Das ist sein **Wille** zur Unterscheidung von Rettung und Gericht. Dieses ist nötig – nicht weil die Welt böse, sondern verfinstert ist: aus der Bosheit ihres langherigen Herrschers, nämlich des Vaters der Lüge (8, 44; 12, 31; 14, 30; 16, 11). Er ist aus ihr hinauszuerwerfen. Seine Lüge ist die Verfinsternung ihres Ursprungs aus dem Licht, welches mit dem Vater-Licht **identisch** ist. Er weckt auf die vielfältigste Weise die unmittelbare Liebe der Menschen zu ihr als „dieser“ – die Mitte des Wortes, des „Lichtes vom Licht“ verstellend, dem sie entsprungen ist und das als Licht (8, 12 & 9, 5) eigens in sie einkehrt, ohne doch „von ihr“ zu sein wie jene, die sie rücksichtslos gegen ihren Ursprung lieben. Der Vater gibt seinen Sohn in die Welt, damit sie erkenne, daß er den Vater liebt (14, 31), und also diejenige Liebe zur Welt lerne, welche eine mittelbare ist.

Der Sohn kommt in die Welt, „damit er Zeugnis gebe für die Wahrheit“ ihres Ursprungs aus dem Licht. Das dieser Sache entsprechende Denken (C) wird mit dem folgenden **Gegensatz** hervorgerufen: „Ich bin zur Unterscheidung in diese Welt gekommen, damit die nicht Sehenden sehen und die Sehenden blind werden“ (9, 39). Auf entscheidende Weise: „Er hat ihre Augen geblendet und ihr Herz verhärtet“ (12, 40). Glauben heißt jetzt: in ihm das Licht sehen und deshalb seinem Wort folgen, mehr noch: in ihm stehen. „Wenn ihr in meinem Wort bleibt, seid ihr wahrhaft meine Gelehrigen, und ihr werdet die Wahrheit erkennen, und die Wahrheit wird euch frei machen“ (8, 31) – unter der Führung des von Sohn und Vater gesandten Geistes der Wahrheit. In der Wahrheit „Stand nehmen“ (8, 44) verlangt: „die Wahrheit tun“ (3, 21). Das also Getane ist „in Gott gewirkt“. Und wie wird es als solches erkannt? An der Liebe, die sich da zeigt. Sie ist diejenige des „neuen Gebots“; es sagt: „Liebet einander wie ich euch geliebt habe“ (13, 34). Seine vollbrachte Liebe ist zum Maßstab geworden, während die vormals gebotene Nächstenliebe an der Selbstliebe orientiert war. Nur in der vom Sohn vollbrachten Liebe hat sich das **Wissen** Gottes geoffenbart.

Was haben die Nicht-Sehenden durch die Unterscheidung der Liebe zur Welt sehen gelernt? Sie haben „seine Herrlichkeit gesehen, die Herrlichkeit des Einziggeborenen vom Vater, voll der Gnade und Wahrheit“ (1, 14). Sie haben die Herrlichkeit dessen gesehen, der die Wahrheit ist (14, 26). Welche? Nicht die unserer Urteile; aber auch nicht die des Vorkommenden, sondern diejenige, welche dem Tun im Tun des von Gott Gesandten zur Bestimmung (A) wird. In dem Sohn, der den Willen des Vaters tut (7, 17). Wie aber wird darin die Herrlichkeit gesehen, wenn anders sie die Erscheinung seiner **Macht** sein muß? Diese ist dem Wort eigen, durch das alles geworden ist. Sofern aber der Liebe zur Welt dieses Wort unhörbar geworden ist, muß es in der Welt eigens offenbaren, wer es ist: Ich bin das Wort der Macht dessen, der mich gesandt hat (8, 42). Die Sendung vollzog sich aber als Fleischwerdung des Wortes. Daß dessen Selbstoffenbarung – nicht nur Verkündigung – im Fleisch, im Un- und sogar Wider-Geistigen, und also in der Selbstverbergung geschieht, ist der **Widerspruch**, welcher diesmal in der Be-

stimmung selbst aufbricht und also die letzte Erscheinung der Vernünftigkeit im Neuen Testament erbringt. Nur die „durch die Wahrheit Geheiligten“ (17, 19) halten sie aus – halten es aus, die Herrlichkeit Gottes gegenwärtig zu sehen. Was wird diesem Sehen zugemutet? Mit dem Annehmen des Wortes zugleich sein Fleisch zu sich nehmen. Eine abstoßende Zumutung, aber unausweichlich wegen der Vereinigung des Wortes mit dem Fleisch. „Ich bin das lebende Brot, das aus dem Himmel niedergestiegen ist. Wenn jemand ißt von diesem Brot, wird er leben in Ewigkeit; und das Brot, das ich geben werde, ist mein Fleisch für das Leben der Welt“ (6, 51), der mittelbar geliebten. Ebenso der hermeneutischen wie der hermetischen Gnosis widerlich.

Das Fleisch gewordene Wort essen (die Abendmahlsworte der Synoptiker „das ist mein Leib und Blut“ fehlen bei Johannes). Warum das? Eines-werden mit dem Wort bis in sein Fleisch, wie es der sich offenbarend-verbergenden Herrlichkeit wesentlich ist. In die Wahrheit dieser Einheit führt der eigens gesandte Geist ein (16, 13). Nur Johannes kennt sie. Vom Sohn: „ich und der Vater sind Eines“ (10, 30); die zerstreuten „Kinder Gottes“ werden „in Eines“ zusammengeführt (11, 52), mehr noch: der Sohn bittet, daß die Seinen „Eines sein mögen wie auch wir“ (17, 11; vgl. 13, 31) – in gegenseitiger Verherrlichung. Eines, d.h. im je Anderen sein: „daß alle Eines seien, wie du, Vater, in mir und ich in dir, damit auch sie in uns seien, damit die Welt glaube, daß du mich gesandt hast. Und ich habe die Herrlichkeit, die du mir gegeben hast, ihnen gegeben, damit sie Eines seien wie auch wir Eines. Ich in ihnen und du in mir, damit sie vollendet seien in Eines, damit die Welt erkenne, daß du mich gesandt hast und sie liebtest wie du mich liebtest“ (17, 21). Das Vollendet-sein derer, die in der Welt sind, in Eines – das ist die Rettung der Welt. In Eines – nicht in eine selbe Substanz, nicht in eine selbe Person, nicht in einen gemeinsamen Ort; denn die Herrlichkeit ist kein Wo. In das Eines-sein der Liebe, die keine Relation und also kein *ἔργον*, keine Begierde ist. In Eines, das also jede *κατηγορία* verwehrt. Das ist der Schlüssel zur ersten Conception der Vernünftigkeit des Neuen Testaments.

III.

Nur was an ihm selbst vernünftig ist, vermag eine es concipierende Vernunft hervor-zurufen. Solche ihr vorgängige Vernünftigkeit eignet einem Wissen von der Bestimmung des Menschen – sich von sich zu unterscheiden –, sofern es der betreffenden Unterscheidung ein *λόγον διδόναι*, ein rationem reddere zugemutet hat. Dieses unterscheidet sich aber von der Gewohnheit jeglichen Verstandes, wie er aus den Techniken der Lebenserhaltung und Lebenssteigerung bekannt ist. Hier im Neuen Testament verdichtet sich dieser Unterschied jeweils zu einem Widerspruch, der zunächst das Denken, sodann die Sache, schließlich die Bestimmung im Ganzen der Figur aus den dargestellten rationes durchdringt. So wird die Verständigkeit auch noch der ererbten „Religion“ abgestoßen.

Wie ruft die Vernünftigkeit des Neuen Testaments eine ihr gemäße Vernunft hervor? Dies sei hier nur erst angedeutet. Die Bestimmungs-Termini der dogmatischen und skeptischen Philosophie – ob natürlich oder weltlich – schließen eine Conception des neu-

testamentlichen Wissens aus: die Vorsehung in der Vernunft des Natur-Ganzen (Chrysippos); die Spontaneität des je eigenen Vernunft-Willens (Karneades); die Unbelastetheit und Unverstörtheit (Epikuros); die Windstille der Seele (Ainesidemos). Lauter Gestalten eigenmächtiger Weltweisheit. Und die Gnosis? Die „Königs-Vernunft“ ihrer hermeneutischen Seite (Numenios) läßt zwar das Gegeben-sein der „schönen Wissenschaft“ verstehen, aber gerade nicht das Sich-selbst-geben Gottes im Offenbaren seiner Herrlichkeit. Diese akademische Bildung wendet sich denn auch eigens gegen das Christliche Wissen – einmal widerlegend im *Ἀληθὴς Λόγος* des Kelsos, sodann ersetzend mit der Offenbarung der „Chaldäischen Orakel“. Und die hermetische Gnosis? Hier liegen die Dinge anders und zwar im Schein der Verwandtschaft – um nur an die Sammlung von Nag Hammadi zu erinnern. Er bleibt der frühchristlichen Lehre eine ständige Bedrohung. Der Schein verwandter Gesinnung ermöglicht Übernahmen hin und her, jedoch keine Conception. Dazu fehlt es an Vernunft, die zu einer nur ihr eigenen Aufgabe: der Ausbildung einer entsprechenden Logik hervorgerufen wäre – unter Ausschluß des „kategorischen“ Denkens im Prinzip.

Die „kategorische“ Überlegung Platons reichte über das „Seiende“ hinaus, das Gute jenseits des Wesens sichtend. Dieses Jenseits verschwindet durch die aristotelische Übersetzung dieser Idee in die Vernunft, welche bei sich als dem Besten anwesend ist, also wirklich, also seiend. Chrysippos aber zeigt die Eröffnung einer neuen Epoche auch dadurch an, daß er „Seiendes“ und „Nicht-Seiendes“ unter dem „Allgemeinsten“ als dem „Etwas“ befaßt sieht. Die Einrichtung der plotinischen Vernunft bezieht sich auf eben diese Vorgabe, indem sie dem Ersten Einen das „Etwas“-sein und also die Möglichkeit des kategorialen Verstehens seiner abspricht. Was bewegt zu diesem Schritt, der die Metaphysik der Mittleren Epoche eröffnet? Daß Plotinos das Christliche Wissen gekannt hat, steht nach dem Auftrag an Porphyrios, „Gegen die Christen“ zu schreiben, außer Zweifel. Mußte er seiner Herkunft nach nicht am ehesten mit dessen johanneischer Prägung vertraut sein? Doch ist nicht das plotinische Erste Eine die härteste Ablehnung der Fleischwerdung des Wortes? Dies ist in einer Fortsetzung nicht so sehr des „Forschens“, sondern des Bauenden Denkens, dem Heidegger zugetan war, zu beantworten.

6.2.1988 in Braunschweig

Rom September 1943 – Geschichte eines Waffenstillstands

(Zusammenfassung)

Von Edgar R. Rosen

Der erste Vortrag (Zusammenfassung in BWG-Jahrbuch 1987, S. 129–130) dieser zweiteiligen Darstellung schloß mit der Rückkehr des italienischen Emissärs, General Giuseppe Castellano, nach Rom am 27. August 1943. Von ihm erhielt nun der sehr enge Kreis um König Viktor Emanuel und Ministerpräsident Marschall Badoglio Einblick in die Castellano von den Alliierten in Lissabon bekanntgegebenen, sehr rigorosen Bedingungen des militärischen Waffenstillstands. Nach mehrtägiger Debatte und dem Entschluß des Monarchen, den alliierten Forderungen zu entsprechen, flog Castellano am 31. August verabredungsgemäß nach Sizilien, wo er, nach Überwindung einiger Schwierigkeiten, am 3. September in Gegenwart des alliierten Oberbefehlshabers, General Eisenhower, den Waffenstillstand unterzeichnete. Zu seiner Überraschung und Enttäuschung wurde ihm danach von General Sir Harold Alexander als Befehlshaber der für die Invasion Südtaliens bereitstehenden alliierten Streitkräfte der Text des im britischen Außenministerium erarbeiteten sog. „langen“ Waffenstillstands überreicht, mit dem Italien, in den Worten eines amerikanischen Historikers, in eine Zwangsjacke gepreßt werden sollte. Einer von den Italienern erhofften künftigen Waffengemeinschaft mit den Alliierten wurde von Alexander eine eindeutige Absage erteilt. Auch Castellanos Versuch, den für Rom lebenswichtigen Zeitpunkt und Ort der geplanten Invasion zu erfahren, schlug fehl, was ihn, der von nun an als Chef einer vorgesehenen italienischen Militärmission beim Alliierten Hauptquartier in Algier fungierte, veranlaßte, auf eigene Faust ein Datum – zwischen dem 12. und 15. September – zu kombinieren, dessen rein spekulativen Charakter er Rom wissen ließ, wo jedoch dieser Umstand unbeachtet blieb. Die genannten Daten wurden als feststehend betrachtet und deshalb die Vorbereitungen für die als Teil der Invasion geplante Luftlandung der 82. amerikanischen Division auf mehreren römischen Flugplätzen, wenn überhaupt, so in aller Gemächlichkeit getroffen.

Aus diesen Illusionen riß die italienische Militärführung die abenteuerliche Geheimmission des Vizekommandeurs der 82. Division, General Maxwell Taylor, der am Abend des 7. September in Rom eintraf mit der Nachricht, daß die Invasion (bei Salerno) und die Luftlandung in Rom in der Nacht vom 8. zum 9. September stattfinden würden. Die italienische Reaktion war derart verheerend negativ, daß Taylor das Luftlandeprojekt als undurchführbar nach Algier meldete. Der Versuch Badoglios, Eisenhower zu einer Verschiebung des Invasionsdatums zu bewegen, blieb erfolglos, was die italienische Seite nicht einkalkulierte, so daß man in Rom am Nachmittag des 8. September durch Eisenhowers Verkündung des Waffenstillstands wiederum überrascht wurde. Erst nach längeren und höchst emotionalen Beratungen beschloß man, Marschall Badoglio auch seinerseits das Ende der Feindseligkeiten bekanntgeben zu las-

sen. Die italienische Hoffnung, durch äußerste Zurückhaltung den bisherigen deutschen Verbündeten nicht provozieren zu können, trog, da die in Italien stationierten deutschen Verbände sofort zum Angriff übergingen. In der Annahme, daß eine totale Einschließung Roms bevorstand, verließen die königliche Familie, Badoglio und der größte Teil der Generalstäbe am frühen Morgen des 9. September die Hauptstadt auf der allein noch freien Via Tiburtina. In der Nacht vom 9. zum 10. September konnten die meisten von ihnen sich in Ortona an der Adriaküste auf einer Korvette der italienischen Marine einschiffen. Am Nachmittag des gleichen Tages kam es zur Landung in der von deutschen Truppen bereits geräumten süditalienischen Hafenstadt Brindisi. Die Erwartung der Ankömmlinge, binnen weniger Tage in ein von den Alliierten bereits erobertes Rom zurückkehren zu können, erfüllte sich nicht.

(Zum gesamten Wortlaut des Vortrages s. Edgar R. Rosen, *Königreich des Südens – Italien 1943/44* – in: *Forschungsberichte der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft*, Göttingen 1988, S. 33–52.)

23.4.1988 in Braunschweig

Freiheit des Handelns und göttliche Fügung im Geschichtsverständnis mittelalterlicher Autoren

(Zusammenfassung)

Von Joachim Ehlers

Die Frage nach Möglichkeit und Umfang menschlicher Handlungsfreiheit wurde von mittelalterlichen Historiographen eng mit dem Wirken Gottes oder des Teufels, guter oder böser Mächte auf den Geschichtsverlauf verbunden und stand damit auch in Beziehung zum Problem der Prädestination. Explizit-theoretische Diskussionen traten gegenüber anschaulicher Erzählung von Einzelfällen zurück, aber es wird gleichwohl klar, daß bloße göttliche Vorherbestimmung nicht als ausreichende Erklärung für historische Ereignisse akzeptiert wurde. Spielte die moderne und philosophisch-grundsätzliche Frage nach den Grenzen freien menschlichen Handelns eine eher untergeordnete Rolle, so zeigen sich doch nahezu alle Autoren vom Problem der politischen Freiheit, der Statusfreiheit, mehr oder weniger berührt: Die Frage nach der Freiheit im Geschichtsverlauf erscheint an eine staatliche und gesellschaftliche Ordnung gebunden, in der Freiheit jeweils verwirklicht werden kann.

Mittelalterliche Freiheit wurde primär im Hinblick auf die Gesellschaftsordnung gedacht, die vor jeder staatlichen Struktur immer schon vorhanden war und geradezu als deren Voraussetzung bezeichnet werden muß. Diese unauflösliche Verbindung erklärt, warum ständig von der Freiheit gesprochen, aber vor dem späten 15. Jahrhundert niemals theoretisch und zusammenhängend über sie gehandelt worden ist – mit Ausnahme des ständig präsenten Grundmotivs vom *liberum arbitrium*. Dieser Bezug auf die Gesellschaft und ihre Ordnung, auf Gruppen und Gruppenmentalitäten, hat zu einer bei aller Unsystematik bemerkenswert monotonen Behandlung des Freiheitsproblems in der Geschichtsschreibung geführt, zu Stereotypen, die sich nicht zuletzt aus dem Phänomen der Doppelsprachigkeit erklären lassen, aus der Hochstilisierung aller historiographischen Äußerungen in einer geschlossen lateinischen Gesellschaft, deren Nähe zur Bibel und ihrer Exegese, zu Philosophie und Theologie größer war als zur Volkssprache und der von ihr vertretenen Kultur.

Vor diesem Hintergrund ist bemerkenswert, daß die meisten Historiographen politisch und gleichsam geschichtsimmanent urteilten, die Wahrheit pragmatisch, in den Sachen selbst, zu finden meinten. Die philosophisch-theologische Lehrauseinandersetzung spielte eine weitaus geringere Rolle als üblicherweise angenommen wird. Wenn der Geschichtsschreiber aber begann, sorgfältig und umfassend Details für eine Erklärung der von ihm geschilderten Vorgänge zu sammeln, so verloren deren außerweltliche Urheber an Bedeutung. Auf diese Weise trat seit dem 12. Jahrhundert das Motiv der individuellen Schuld stärker in den Blick und ergänzte den pragmatischen Erklä-

rungsansatz. Je näher der Autor dem politischen Geschehen stand, umso weniger arbeitete er mit guten oder bösen Mächten, sondern er historisierte das gute oder böse Tun, wobei er freilich ebenso wenig sichere Kriterien hatte wie unsere Gegenwart.

15.10.1988 in Braunschweig

Der Gott der römischen Philosophen

Von **Gregor Maurach**

Es scheint, als habe keine der zuständigen Wissenschaften, also auch nicht die Klassische Philologie, bisher einen befriedigenden Zugang zu dem Phänomen „Römische Philosophie“ gefunden: Es gibt kein Buch über das Gesamt des römischen Philosophie-rens, und Teile sind bloß historisch behandelt worden. Hören wir vier Stimmen, zwei von Philologen, zwei von Philosophen: K. Büchner schrieb mir einmal, die römische Philosophie fange doch erst mit Augustin an; und U. Knoche sagte, sie sei „eine der umstrittensten Äußerungen römischer Kultur“. Wieso das, wird aus den beiden philosophischen Stimmen deutlich: Hegel schrieb, „die Römer haben keine eigentümliche Philosophie hervorgebracht“, und Nietzsche fand nichts als Spott über den trockenen Ernst römischer Philosophen. Und doch hat man in den letzten Jahrzehnten viel Bewunderung über einzelne römische philosophische Schriftsteller geäußert – wie sich dies alles verhält und wie das alles zu verstehen wäre, könnte wahrscheinlich noch viel deutlicher gesagt werden als bisher; ich will heute auf diese so umstrittene Erscheinung römischen Geistes von einer bisher seltsam unbeachteten Seite her etwas Licht werfen, von der Frage nach dem Gottesbild römischer Philosophen aus. – Zunächst das Material.

I

Cicero. Ciceros **philosophari** beginnt mit dem bloßen Auswerten griechischer Philosophie zum Zwecke besseren Argumentierens vor Gericht. Es setzt sich fort nach Caesars Machtergreifung mit der Ausführung eines Arbeitsplanes, der vorsah, die gesamte griechische Philosophie in Dialogen doxographisch durchzudiskutieren, ohne selber deutlich Stellung zu beziehen. Die Römer sollten diese Quelle der Bildung in ihrer eigenen Sprache nutzen können. Seine philosophische Schriftstellerei endet dann allerdings mit einer Anleitung zur richtigen, d.h. ethisch fundierten Entscheidung im Konflikt zwischen äußerlichen und ethischen Werten, mit der Schrift **de officiis**. D.h. aus Philosophie als Bildung wurde Entscheidungs-, d.h. Lebenshilfe. Zu jener Zwischenphase der Systemdarstellung gehört nun auch das Werk **De natura deorum**. Sie dient nicht allein der Doxographie, sondern (wie das Vorwort sagt) auch dem römischen Kult; denn nur wenn man weiß, wes Wesens die Götter sind, könne man sie recht verehren, und solch richtiges Verehren gibt dem Kult und überhaupt allem Tun seinen Sinn und Halt. Und doch arbeitet Cicero eine deutliche Wesensbestimmung nicht heraus: über die Abwehr der epikurischen Göttervorstellung und die vorsichtige Nahelegung der stoischen Providenz geht Cicero nicht hinaus; er will vornehmlich informieren, würde man heute sagen. So kommen z.B. die Mysterien nur ganz versteckt und am Rande vor, und die Götter als Personen sind unwesentlich, weil bloßer Mythos.

Kurzum: der Staatskult ist für Cicero eine Gegebenheit, die man nicht zu befragen braucht; der Philosoph staunt über die Vorsehung der Stoa, doch wie man sich das Verhältnis von zu verehrendem Gott und kosmischer Lenkung, die ja doch ebenfalls „göttlich“ genannt wird, zu denken hätte, darüber kein Wort. Und auch über die von Cicero für gültig angesehene Mantik wird kein Wort gesagt, obschon sie doch nicht leicht mit der unpersönlichen Kosmos-Ratio zu vereinen scheint: Gott als All-Lenker und Gott als Ge- oder Verbietender – wie ginge das zusammen?

Lukrez. Für den Epikureer Lukrez wesen die Götter fern an seligen Orten zwischen Weltsystemen, deren es Millionen gibt, in leidlosem Genuß ihrer heiteren Ewigkeit, ohne je in das Leben der Welten oder ihrer Bewohner einzugreifen. Und doch kommen von ihnen Bilder zu uns im Traum, legen sich auf unsere Augen und künden davon, daß es wirklich Wesen gibt, welche die heitere Gelassenheit, nach der der Mensch strebt, besitzen. So verehren wir die Götter als höhere Wesen, die das Ideal **sind**. Wir beten zu ihnen, denn das Beten gehört zu unserer Art, und wissen doch, daß sie sich uns nimmer zuwenden werden. Das ist gut so, denn alles Große und Schöne sollen wir verehren.

Nicht einmal die Bedingungen für das Leben schaffen diese Götter, wie es die göttliche All-Ratio der Stoiker tut. Gemeinsam ist beiden Schulen aber dies, daß sie der Gottheit, oder sagen wir: des Namens der Gottheit nicht entraten möchten; ja, darin, daß beide Denkweisen eine Selbstoffenbarung dieser Gottheit kennen: der Stoiker in der Form erkannter Providenz, der Epikureer in der Weise der träumenden Wahrnehmung der Abbilder. Kult und Mantik schaffen eine Atmosphäre der Nähe, aber sie ist dennoch nur Schein: die Gottheit schweigt für den Einzelnen und wendet keine Not von ihm.

Seneca. Für ihn, den Stoiker, offenbart sich Gott in doppelter Weise: als All-Ratio und als Ratio im menschlichen **animus**. Die Menschen-Ratio ist dabei als Teilchen der All-Ratio gedacht. Darum kann die menschliche Vernunft auch das Wirken der Gottheit klar erkennen, nämlich die Providenz. Darum kann menschliche Vernunft aber auch analog zur göttlichen über ihre Materie, den Leib, herrschen, so wie die kosmische über die ihre. Es bedarf nur des Willens, die göttliche Kraft im Menschen wirken zu lassen. **Fac te ipse felicem**, heißt es in einem der Briefe. Und hiergegen wandte sich dann der ganze Zorn des Augustin.

Diese Gottheit herrscht zwar lenkend über ihre Materie, ist aber auch, weil sie nicht die Schöpferin der Materie ist, an deren Gegebenheiten gebunden; sie ist demnach nicht omnipotent, die Defizienzen der Materialität kann sie vom Menschen nicht abwenden. Nur den Geist, ein Stück ihrer selbst, vermochte sie fürsorglich den geplagten Sterblichen anzuvertrauen, als Hilfe und auch als Aufgabe, denn dies ist der Sinn des Menschenlebens: sich über die Fesseln des Körpers (wie Seneca platonisch sagt) zu erheben und die göttliche Vorsehung in ihrem Wirken zu schauen. Erhebt sich der Mensch zu dieser Höhe, ist er wie Gott (wie Seneca nicht müde wird, oft zu betonen).

Seneca gibt nun nicht mehr ein System wie Lukrez, ein Ganzes aus den Hauptproblemen der Philosophie als Bildungskonvolut wie Cicero. Seneca führt auf dem Wege dorthin, den er in den sog. „Briefen“ mit dem Zögling beschreitet. Horaz ist die recht

genaue Parallele in den „Episteln“. Diese Briefe sind so geordnet, daß Seneca zunächst eher die Symptome der Krankheit des unerleuchteten Menschen beschreibt und angreift, dann den Blick nach Oben richtet, um die Tugend-Ethik auf die Kosmos-Schau zu gründen als ihr Analogon. **Prius me scutor, deinde hunc mundum**, sagt er. Die Gottheit verkörpert dabei die Vollkommenheit, und das ist mit Lukrez vergleichbar. Sie wendet sich dem Einzelnen ebensowenig zu wie bei Lukrez, sie schafft nur die Rahmenbedingungen im Ganzen, dies im Unterschied zu Lukrez. Für den Einzelnen bleibt da nichts als die mühsame Selbstvervollkommnung, allerdings mit der Gewißheit, daß sie näherungsweise und aus eigener Kraft erreichbar ist.

Mark Aurel. Die Götter lenken das All, und das Leitvermögen des Menschen vermag in Analogie dazu seine Welt zu lenken und seinen Körper; denn wie für Seneca, ist für den Stoiker Marcus das Leitvermögen Teil der All-Ratio. Doch im Unterschied zu Seneca und auch Lukrez ist der Anblick der kosmischen Providenz nicht mehr Ursache des beseligenden Erschauerns. Der Kaiser tut als Römer seine schwere Pflicht, aber ob ein Gott zusieht, wie noch Seneca bildlich sagen konnte; ja, ob es Götter überhaupt gibt, dessen ist sich Mark Aurel nicht mehr sicher: spricht er von der Gottheit, wählt er möglichst die unpersönlichste Formulierung; ja, er sagt einmal: „**Falls sie sind**“. Und wenn Cicero Dialoge schrieb, Lukrez den Memmius anredete, Seneca den Lucilius, so schreibt Marcus nur noch an sich selber: die Gottheit ist ins Ungewisse gerückt und von seiner Not spricht man nur noch zu sich selber. Wie sehnt der Kranke und so unendlich Tapfere sich nach dem Tode, gleich, was das sei. Von Gottgleichheit keine Rede mehr.

Augustin. Er steht bildungsmäßig in der gleichen Tradition wie alle bisher Genannten: Ciceros **Hortensius** war ihm Wegweiser gewesen. Doch bis zur Bekehrung, die ein Sieg über den Stolz des **Fac te ipse felicem**, über die Zuversicht, aus eigener Kraft zur Selbstvervollkommnung zu gelangen, rang er darum, zu dem Kinderglauben, dem Glauben der Mutter zu kommen, Ja sagen zu können zu Christus. Ein Drittes kommt hinzu: Augustin war durch die Schule der Manichäer, besonders durch die der Neoplatoniker gegangen, d.h. er hatte sich jahrelang dem Nachdenken über Wesen und Wirken einer höchsten Gottheit gewidmet, zuletzt dem über das unendlich abgehobene Eine. Dies alles wollte zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Das geschah, als er mit einem mächtigen Ruck das Bedenken der Lebensführung aus dem Zentrum rückte und die bisher rein naturkundlich erschlossene Providenz durch das Annehmen der Lehre ersetzte, daß es Gott ist, der den Sohn als Wort und Fleisch ausgesandt und sich dem Menschen in Liebe zugewandt hat, auf daß auch dieser sich Gott in Liebe zuwende. Nicht, daß Augustin dies auf Offenbarung gründete, war das Neue (alle Philosophen bisher hatten je in ihrer Weise auf eine Offenbarung gebaut); neu war, daß die Gottheit sich im Wort, mehr noch: in einem Sohn offenbarte, der Heiland war aber auch Richter.

Nachdem die römische Philosophie aufgrund ihrer Prämisse, daß eine All-Ratio für den Kosmos sorgt, bzw. daß **ein** Gesetz Kosmos und Mensch umfaßt, bis zum „Falls sie sind“ geführt worden war und zur schweigsamen Vereinzelung, wird jetzt das Sprechen zu und mit Gott Grundstein zu neuem Gebäude; dessen First wird sein, daß Gott aus

reiner Güte sich jedem Einzelnen zuwendet, ihn aber auch richten wird. Aus der altrömischen Gewißheit, daß nichts geschieht, was nicht rational ist, wird jetzt die furchtbarere Gewißheit, daß der Mensch, der seinen Stolz verlor, demütig auf Gottes Gnade hofft.

Boethius. Aus der altrömischen Tradition eines hochedlen Hauses stammt Boethius, aber auch er hatte die Neoplatoniker und die Christen aufs Genaueste kennen gelernt. Die fünf unvollendeten Bücher des „Trostes der Philosophie“ führen jeden, der so verzweifelt ist wie Boethius im Angesicht ungerechten Todes, denjenigen Wegteil der Tröstung, den Philosophie führen kann, den rationalen. Diese Wegstrecke besteht aus der Tugend-Ethik der Altrömer bis hin zum Aufblick zu Gott, dem unbewegten Bewegten, der aber auch – Boethius denkt hier weiter als die Altrömer – als Gott allwissend ist. Und doch nimmt die Allwissendheit, und d. h. auch: Vorherwissendheit dem Menschen nicht die Freiheit der Entscheidung, dem Körper gehorchen zu wollen oder der Vernunft. Am Ende steht die Rettung des je eigenen Tugend-Verdienstes im Angesicht des richtenden Gottes.

Boethius re-etabliert zunächst die Tugend-Ethik als eines Wegteils, den der Mensch aus eigener Kraft und Entscheidung zu gehen vermag; dann aber gründet er diese Ethik auf eine Theologie. Deren Gewißheit kommt wiederum aus der Idee der Providenz, nun aber einer tiefer gedachten, weil um die Idee des Vorauswissens bereicherten. Offenbar wußte Boethius, daß nun auch diese Theologie der uralten „Philosophia“ nicht aus der Kraft der erkennenden Vernunft kommt, also aus einer der Natur entstammenden, sondern aus einer höheren Sphäre, die er jedoch unbezeichnet läßt. Immerhin verweist er mehrfach auf etwas Höheres als Philosophie und läßt sie aus einer Art Offenbarung sprechen. Er muß dieses Höhere als sehr persönlich empfunden haben, nicht mehr rational einsichtig zu machen; darum verschwieg er die Quelle, aus der seine Hoffnung sich speiste. Was er gab, war das, was ein jeder, der seine Vernunft walten läßt, einsehen kann. So belehrte dieser letzte Römer die Um- und Nachwelt, selber die Lehre tapfer bewahrheitend als Exemplum.

II

Eingangs wurde die Frage gestellt, ob diejenigen Recht hätten, die da sagten, die Römer hätten nie eine eigentümliche Philosophie gehabt, oder eine solche begänne erst mit Augustin. Da ist zunächst zu sagen, daß die These, die Römer hätten keine eigentliche Philosophie gehabt, darauf beruht, daß sie ihre Gedanken oder Systemteile von den Griechen nahmen. Ein eigenes System haben sie nicht entwickelt: ja, sogar Augustin ist, neben Ambrosius gestellt und Marius Victorinus, nicht in allen wesentlichen Teilen seiner Philosophie original. Unser Thema macht nun aber dies deutlich: bis zu Augustin hat kein römischer Philosoph anderes gewollt als Ethik, hat aber diese seine Ethik nicht auf einer Theologie im eigentlichen Sinne aufrufen lassen. Das zeigt sich allein an der Unausgeglichenheit zwischen Providenz und Mantik, also unpersönlichem Wirken einer Naturgesetzmäßigkeit, die Gott genannt, aber kaum Gott ist, und einer verbotenden und gebietenden, also Individuen ansprechenden Gottheit.

Lukrez und Cicero, beide doch noch sehr stark von Traditionen beeinflusst, mochten den Begriff der Gottheit noch nicht aufgegeben; bei Seneca ist Gott nur noch Bild, wenn er da dem Ringen und Kämpfen des Menschen zuschaut wie in der Schrift **De providentia**; oder er wird begrifflich definiert u. a. als leidlos erhaben, woraus sich dann per analogiam ein Mensch, der zum Weisen ward, „gottgleich“ nennen dürfe. Aber von solchen psychagogischen Bildern abgesehen, ist Senecas Gott nach Aufgabe der Mantik nur noch Naturgesetz. Und Mark Aurel muß sogar zu seiner Nennung der Gottheit hinzufügen: „Falls sie ist“. Es ist klar, daß ein Philosoph hiernach zunächst einmal eine Theologie entwerfen mußte, wollte er über diese Endphase altrömischer Philosophie hinauskommen. Alle die genannten vor-augustinischen Denker sind Philosophen, weil sie philosophierten, jedoch blieb ihre Philosophie letztlich nur Ethik, wenn man unter Philosophie den Ausdruck einer umfassenden Vernunft versteht, welche auch das Bedenken der Gottheit einschließt. Hier zeigt sich eine gewisse Folgerichtigkeit im Gang des Denkens von Lukrez bis Mark Aurel, dann hinüber zum Umschlag im Denken Augustins und dann in der Synthese des Boethius: dieser gründete als erster und einziger in der römischen Philosophiegeschichte seine altrömische Tugend-Ethik auf eine Theologie, letztlich auf die augustinische.

Man kann auch sagen: da römisches Philosophieren nie Ontologie war, kam Gott lange nicht in den Blick; erst als sie rationale Klärung eines vorgängigen Glaubens wurde (so bei Augustin), nahm sie Gott zum Grunde. Boethius läßt dies in einer Weg-Teilung geschehen: zunächst Ethik der Tugenden und der Einsicht, dann die Einbettung in die Theologie; wobei systematisch die Theologie vorausgeht.

Nun zum Schluß die Frage, was denn diesen Gang der Philosophie von den Griechen abhebt: ist diese römische Philosophie, wenn ihre Elemente von anderswoher stammen, denn irgendwie eigenständig? Da wäre zunächst die ganz ungriechische Vergengung zu nennen: kein römischer Philosophie interessierte sich für etwas anderes als für die lebbar Einsicht in das Verhältnis von Ich und Leib, Welt, All und im besprochenen, eingeschränkten Maße: Gott. Keiner war an Fragen, der Kultur, am Schönen in bildender oder dichtender Kunst interessiert, bis auf Boethius, und der übersetzte nur (wieder wie Cicero um der Bildung willen). Dies das erste und nicht sehr ruhmreiche Kennzeichen: die krasse Beschränkung; man interessierte sich ja auch nicht für das Erkennen und Denken als solches, Erkenntnistheorie und Logik blieben mißachtet.

Die Ethik, auf die der Römer sich beschränkte, ist nun nicht eine erdachte und um des Erdenkens willen ausgebildete. Diese Ethik ist Hilfe in der Not. Allen römischen Philosophen ist gemeinsam, daß sie aus einer Notlage heraus philosophieren. Und diese Not ist nicht eine allgemeine, etwa die der gemeinsamen *condicio humana*, sondern die je eigene, **meine**, die als exemplarisch empfunden wird. Der je eigene Kampf um die Gelassenheit im Angesicht der Not wird in eine gültige Form gekleidet und so dargeboten, daß er allen Menschen Vorbild sein kann. Statt **Ecce, homo!** das **Ecce me!** Und hierdurch erhält der Gedanke die Verbindlichkeit und er erhält die Lebbarkeit, denn er ist in den römischen Gestalten gelebt.

Dann ergibt sich auch das weitere Kennzeichen: in der römischen Philosophie ist der Grundzug der Kampf, d. h. das Pathos. Und dies ist nun überhaupt ein Merkmal rö-

mischer Literatur, man denkt an Aenas, man denkt an Horazens Briefe, an Lukan und auch noch an Germanicus und Ovid.

Dieses Kämpfen kann lange Zeit des Gottes entraten, denn solange das Ermöglichende die Ratio ist und das Ideal das des Weisen, ist der Weise ja selber Gott, wenn er seiner göttlichen Gabe der Ratio würdig wird.

Erst dann, als die Positionen dieser Art erschöpft waren und der Umschlag erfolgte, fand die Theologie ihr Recht. Das Opfer, was zu bringen war, war der Stolz, der Stolz des autonomen Römers. Was war aber der Grund, warum die römische Philosophie so lange des Gottes entraten und ihr Ziel im autonomen Manne sehen konnte? Der Historiker und Philologe wird sagen: der Grund ist der, daß Philosophie von römischen Adligen betrieben wurde, die aus einer Tradition stammten, in der ein Gott immer nur Numen war, fast möchte man meinen: im Ritus befragbar, bestimmbar und verfügbar. Diese Tradition war die Erringung persönlicher Würde aus einer Kraft, die aus der Selbstbeschränkung kam und auf Freiheit gerichtet war. Der römische Philosoph hatte ja für die urrömische Wirkkraft des Mannes und für die philosophische Tugend dasselbe Wort: Virtus. Hier zeigt sich, daß Philosophieren für den Römer bis Augustin die Fortsetzung der Adelsethik mit veränderten Attributen und immer identischer Substanz war. Daß diese Ansicht nicht ganz falsch ist, zeigt sich an der Gestalt des Boethius: auch er stammte aus altem Römeradel, und seine Philosophie ist wieder und zuletzt eine Philosophie des Siegenwollens, nur jetzt vertieft um die inzwischen verbindlich gewordene Dimension des allwissenden, richtenden Gottes.

Will man eine letzte, einfachste Formel für die gesamte römische Philosophie, könnte man sagen: es geht ihr um das Finden eines Ortes zwischen Oben und Unten, in dem das rationale Ich Gewißheit und Rettung der Würde im Anprall der Welt und der Leibestriebe findet – und dies unterscheidet sie von der Moderne. Man sehe aber auch, bis zu welcher Verengung und Mißachtung von so vielem dieses Philosophieren geführt hat, das ebenfalls aus dem Innersten des Menschen stammt und ihm eine höchste Würde gegeben hat, ich meine die Mißachtung des Schönen. Und so werde ich mich denn zur Erholung dem Philosophen zuwenden, der als einziger Römer ganz anders war, Horaz – dies aber ganz für mich, denn ich habe nun schon lange genug gesprochen.

12.11.1988 in Braunschweig

**Das gotländische Domikalgewölbe –
seine Wechselwirkung mit Niedersachsen und Westfalen**

Von **Hans Reuther**

Der Beitrag soll später an anderer Stelle veröffentlicht werden. Verwiesen sei auf eine Darstellung von Teilaspekten des Themas in den „Niederdeutschen Beiträgen zur Kunstgeschichte“ (Band 23, 1984, S. 43–62: „Gotländische Sonderformen des Domikalgewölbes“).

Herr Prof. Hans Reuther ist am 11.3.1989 verstorben.

17.12.1988 in Braunschweig

Zu den Wurzeln der Modernen Architektur, Teil I

Von **Harmen Thies**

Über Moderne Architektur zu sprechen, heißt zunächst, sich des Gegenstandes, seiner Eigenart und Genese zu versichern. Hier könnte man schon in Verlegenheit kommen. Denn allzu viele, nicht eindeutig geklärte Fragen stellen sich ein, wenn Moderne Architektur nach ihrem Gegenstand und den Grenzen ihrer Epoche definiert werden soll [1]. Gehören z.B. Bauten des Jugendstil oder des Expressionismus zur Moderne? Beginnt sie im Hinblick auf einige, offenkundig konstitutive Momente bereits mit der Renaissance oder doch zumindest mit der krisenhaften Verwandlung dieses ersten Systems neuzeitlicher Architektur im Zuge des sog. Manierismus des 16. Jahrhunderts [2]? Oder sind ihre Voraussetzungen eher in der Auseinandersetzung französischer Theoretiker des 17. Jahrhunderts um die richtigen Vorbilder wahrer Architektur, in der „Querelle des Anciens et des Modernes“ zu suchen [3]? Wollen wir uns darauf einigen, das Ende des Barock, die Mitte des 18. Jahrhunderts also, und damit Aufklärung und Rationalismus an den Anfang der Moderne zu stellen [4]? Oder tun wir am Ende besser daran, sie sehr knapp und restriktiv auf die beiden Jahrzehnte zwischen etwa 1910 und 1930 zu beschränken, die Zeit der ‚klassischen‘ Moderne?

Allein dies Fragen zeigt, daß weder über den Gegenstand noch über die Epoche seiner Vorherrschaft oder Gültigkeit bisher eine allgemein anerkannte Übereinkunft zu erzielen war. Im Gegenteil: nach den Wurzeln Moderner Architektur zu fragen heißt, sich durchaus noch auf dem Weg zu wissen.

Dennoch lassen sich immer wieder und neu Eigenheiten isolieren, beobachten und benennen, die auch ohne das gleichsam monographische Eingehen auf Schlüsselbeispiele und -phänomene dieser Epoche in einer *Arbeitshypothese* zu versammeln sind, die zwar im einzelnen stets zu prüfen bleibt, die aber dennoch, und zwar als Konzept zur Darstellung des Ganzen Moderner Architektur, weiterverfolgt zu werden lohnt. Diese Hypothese läßt sich merkwürdigerweise weniger an den Bauten und Projekten der Modernen Architektur selbst entwickeln, als vielmehr an der Art des Auffassens, Darstellens und Begründens von Werken dieser Zeit aus und für unser Vorstellen und Nachdenken. Sie wird so zum Gegenstand unserer Reflexion. Erst hier wird bestimmt, welcher Bau zur Moderne zu zählen und wie und wo demzufolge ihre Epochengrenzen zu suchen und zu fixieren sind. Nicht die anschaulich-konkrete, deskriptiv dann zu erfassende *Erscheinung* ist es nämlich, die Auskunft über Zugehörigkeit und Stellung einer Architektur in und zu der Modernen lieferte. Dies leistet vielmehr ihre *Begründung*, die erst durch die begriffliche Reflexion dieser Architektur möglich wird, näher durch die Darstellung ihrer konkreten Genese, und zwar aus gedachten und für konstitutiv gehaltenen Voraussetzungen. Was dann auch bereits, wie sich zeigen soll, zu einem Bestimmungsgrund der Modernen Architektur selbst wird. Er allein kann erklären,

daß so unterschiedliche Bauten wie ein aus Quadern gefügter Tempel des „greek revival“ um 1800, eine Backstein-Pfarrkirche der Neogotik, eine weitgespannte Eisenhalle des 19. Jahrhunderts oder eine kubisch in weißem Putz und Glas geschlossene Stahlbeton-Skelettkonstruktion der zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts gleichermaßen als Beispiele einer Geschichte der Modernen Architektur in Anspruch genommen werden. Was dem Auge *prima vista* unvergleichlich erscheinen muß, wird durch die *gleichartige Genese* dieser Bauten zum Ausweis ihrer Zugehörigkeit zur Moderne: Sie alle sind nach diesem Konzept das Resultat eines kausal gedachten Entstehungsprozesses, von dem die einzelnen Architekturen abgeleitet, durch den sie begründet werden. Je reiner dieser Prozeß in ihnen zur Anschauung kommt, je eindeutiger eine *Begründung* ihres Aufbaus wie ihres Aussehens zu formulieren ist, desto moderner wird diesem Konzept zufolge eine Architektur zu nennen sein.

Es handelt sich demnach gar nicht um die Bestimmung einer Epoche im Ganzen der Architekturgeschichte, als vielmehr um die Bestimmung des Gegenstandes und der Eigenart einer Architektur, die im Sinne der Moderne diesen Namen tatsächlich verdiente und die überall dort zu finden wäre, wo mit ihr zugleich ihre Begründung realisiert ist. Nur so läßt sich nachvollziehen, daß einerseits die „first moderns“ [5] bereits im 18. Jahrhundert wirkten und andererseits expressionistische Backsteinarchitekturen der zwanziger Jahre, und damit der Hoch-Zeit moderner Architektur, in eine geschichtliche Darstellung nur unter Preisgabe einer präzisen Definition dieser Moderne zugunsten eines eher konventionellen Epochenbegriffes aufzunehmen sind. Die Widersprüchlichkeiten und Schwierigkeiten im Umgang mit dem architekturgeschichtlichen Begriff der Moderne erinnern stark an analoge Unstimmigkeiten, die sich im Umgang mit dem Begriff des Manierismus einzustellen pflegen [6].

Nicht also in ausgreifenden Vergleichen die Phänomene scheidend, klassifizierend und chronologisch einander zuordnend soll der Modernen Architektur ein Ort und eine Epoche zugewiesen werden, sondern das ihr eigene Begriffs- und Begründungssystem soll genutzt werden, um – reflektierend wie sie selbst – ein Bild ihrer Eigenart zu entwerfen. Der Titel dieser Referate hieße also besser: Zum Begründungssystem und damit zur Selbstdarstellung der Modernen Architektur als einer der Konstanten neuzeitlichen Entwerfens. Denn erst mit dem Bestimmen dieser Konstanten wird so etwas wie eine Vergleichs- und Verhandlungsbasis zur notwendigen Differenzierung und Klärung unseres Begriffes und Bildes von einer spezifisch Modernen Architektur im Rahmen der sehr viel weiter zu fassenden und allem Heute vorauszusetzenden neuzeitlichen Entwicklung zur Verfügung stehen [7].

Zunächst soll das Gewicht auf einer Darstellung der uns allen geläufigen, der sogenannten klassischen Moderne liegen – demonstriert und erläutert an wenigen Beispielen. Eigenart und Grenzen dieser Epoche gilt es zu fassen. Dann erst soll anhand einiger Hypothesen und wiederum im Vorstellen und Erläutern signifikanter Beispiele und Vergleiche die Verwurzelung dieser Architektur im alles begründenden Boden der Neuzeit aufgezeigt werden. Einige überraschend tief reichende Wurzelstämme und -verzweigungen werden bis in die Zeit der frühen Renaissance aufzudecken und zu verfolgen sein.

Daß damit ältere Modelle der Architekturgeschichtsschreibung in Erinnerung gerufen werden, ist bezeichnend genug [8]. Heißt es doch, daß uns allen von der jüngsten und nach wie vor aktuellen Geschichte des Bauens eine Ansicht eröffnet worden ist, und zwar nicht nur nach vorn, sondern eher noch rückwärts, die die Moderne nicht erst mit den Reformbemühungen und Neuerungen der beiden Jahrzehnte vor dem ersten Weltkrieg (Jugendstil, Sezession, Werkbund etwa), auch nicht mit dem rationalen Klassizismus des 18. Jahrhunderts, der sogenannten Revolutionsarchitektur, sondern fraglos mit der Verwurzelung in den Traditionen der neuzeitlichen Architektur des 15., 16. und 17. Jahrhunderts beginnen läßt. Gemeint ist die Post-Moderne, von ihr ist also zu sprechen [9].

Die Position der Post-Moderne darf als das entscheidende Moment zur Selbstbestimmung, ja Selbsterkenntnis der Moderne und damit zur Besiegelung ihres definitiven und mittlerweile ja auch allenthalben evidenten Endes aufgefaßt werden. Mit ihr war historisch-faktisch jener theoretisch immer schon geforderte Standpunkt außerhalb des Geschehens gegeben, der als unabdingbare Voraussetzung für eine (wie es dann heißt) ‚objektive‘, Abstand wahrende Betrachtung und Beurteilung eben dieses Geschehens angesehen wird.

Mittlerweile kann als ausgemacht gelten, daß die ‚eigentlich‘ Moderne Architektur, über deren Wurzeln hier zu sprechen ist, spätestens um 1960 an ihre – wohlgemerkt: eigenen – Grenzen gestoßen war; sie wußte davon und sprach es aus; und gerade damit war sie tatsächlich und unwiderruflich am Ende. Nicht etwa ein ‚Anderes‘, ‚Neues‘ hat ihr diese Grenze gesetzt. Sie war vielmehr mit sich und an sich selbst ans Ende gekommen.

Gleichzeitig wird allerdings ein zweites zu konstatieren sein: Wesentliche Merkmale Moderner Architektur haben paradoxerweise dieses Ende überdauert und werden sich selbst in stets neuer, lebendiger Verwandlung erhalten bleiben. Ganz offensichtlich sind es jene Momente, die eine Architektur als Werk der Kunst bestimmen lassen. Auffallend nun ist, daß hier just jene Eigenheiten und Momente der Moderne zu betonen sind, die von ihr selbst ausdrücklich negiert wurden; und zwar immer dann, wenn sie redend, schreibend, sich erklärend und begründend (theoretisch-lehrhaft also und begrifflich-abstrakt) ein Bild ihrer selbst zu entwerfen hatte. Stets war sie dort das konsequente – nicht selten mechanisch-kausal gedachte – *Ergebnis eines rationalen Planungsprozesses*, der die Gesetzmäßigkeiten der *Konstruktion* und *Funktion* zur alles bestimmenden Maxime erhob. Die nicht minder determinierend aufgefaßte Bedeutung der Ökonomie, des sozio-kulturellen Umfeldes, der zur Verfügung stehenden Materialien und Produktionstechniken, der planungsrechtlichen Auflagen und ähnlicher Parameter konnte diesen alles bestimmenden Faktoren *Konstruktion* und *Funktion* – theoretisch zumindest – mühelos subsumiert werden. Von Architektur als einer der Künste, dem Wert und der Bedeutung einer Gestalt aus lebendiger Phantasie und von ihrer sukzessiven Verdichtung und Konkretisierung in und aus reflektierender Vorstellungskraft, vom autonomen Entwerfen also, war dem entsprechend kaum zu hören.

Zwei Beispiele aus einer Fülle von Möglichkeiten sollen das Noch-nicht-Gelten bzw. das Nicht-mehr-Gelten dieses für etwa vierzig Jahre unseres Jahrhunderts gülti-

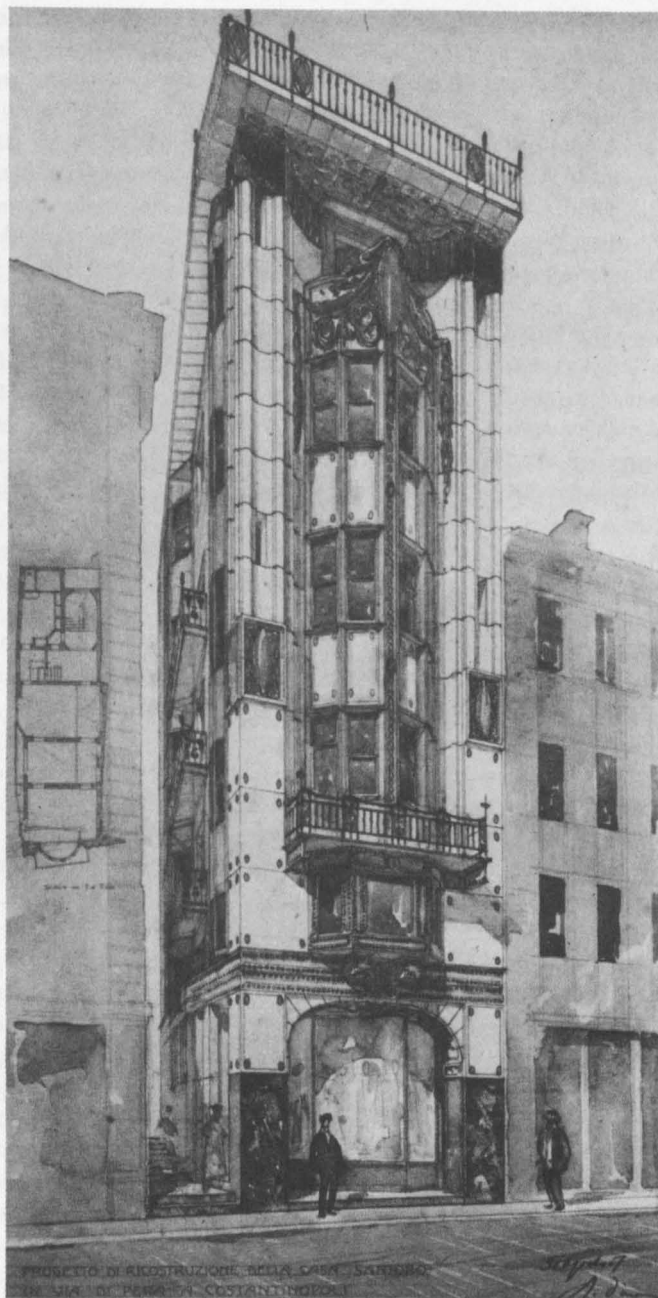


Abb. 1:
Raimondo d'Aronco, Istanbul, Casa Santoro, 1907

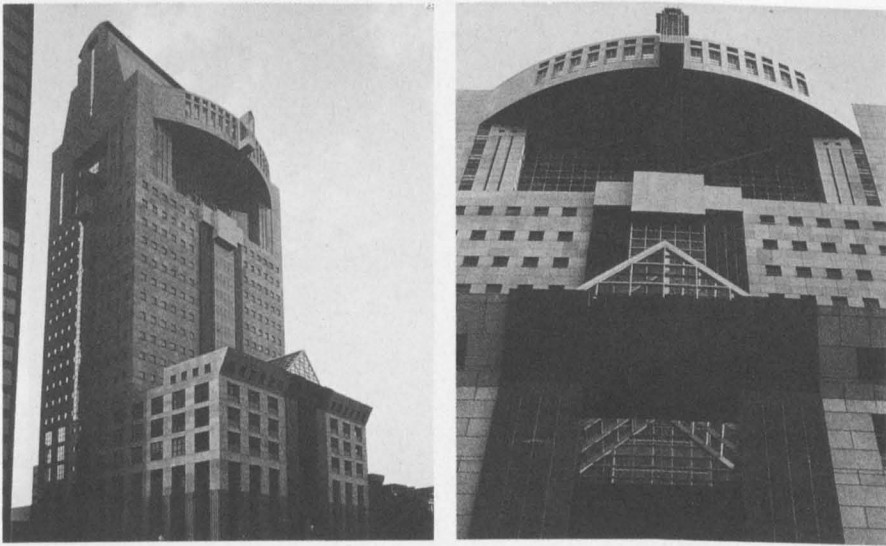


Abb. 2:
Michael Graves, Louisville (Kentucky), Humana-Gebäude, 1982–85

gen, andere Vorstellungen weitgehend dominierenden Architektur-Konzeptes sichtbar machen: Zunächst der Entwurf des italienischen Jungendstil-, oder (wie man dort sagt) Liberty-Architekten Raimondo d'Aronco für ein städtisches Wohn- und Geschäftshaus in Istanbul, die Casa Santoro (Abb. 1) [10]. Es ist 1907 gezeichnet worden. Dann das Humana-Gebäude von Michael Graves in Louisville (Kentucky), das 1982–85 errichtet wurde (Abb. 2) [11]. So viel diese beiden Entwürfe auch unterscheiden mag, eines verbindet sie und bezeichnet zugleich das spezifisch ‚Andere‘ gegenüber einem Entwurf der uns geläufigen klassischen Moderne. Es ist das ganz selbstverständliche Ausgehen von einer im Prinzip figürlichen, alles beherrschenden, die konkrete Fassung des Entwurfes nahezu ausschließlich ‚formal‘ bestimmenden Vorstellung, die weder im Hinblick auf konstruktive noch auf funktionale Bedingungen ausreichend zu erklären oder gar zu begründen wäre; schon gar nicht im Sinne eines kausal-mechanischen Entwurfs- oder besser Planungsprozesses, im Rekurs also auf die – von der Moderne nach unserer Hypothese für konstitutiv gehaltenen – Momente *Funktion* und *Konstruktion*. Die *Form* dominiert durchaus, sichtbar etwa an der suggestiven Konzentration aller Fassadenelemente auf nur eine Symmetrie- und Aufbauachse.

Diese beiden, einem Anhänger der klassischen Moderne, einem treuen Adepten ihrer prinzipiellen Überzeugungen zur Beurteilung ebenso wie zur Produktion von Architektur notgedrungen widerwärtigen Entwürfe [12] bieten die Möglichkeit, uns im Ausschließen und Verneinen, also gleichsam negativ, einiger Grundzüge moderner Architektur zu vergewissern. Und das vielleicht um so leichter, als der Victor Horta mit

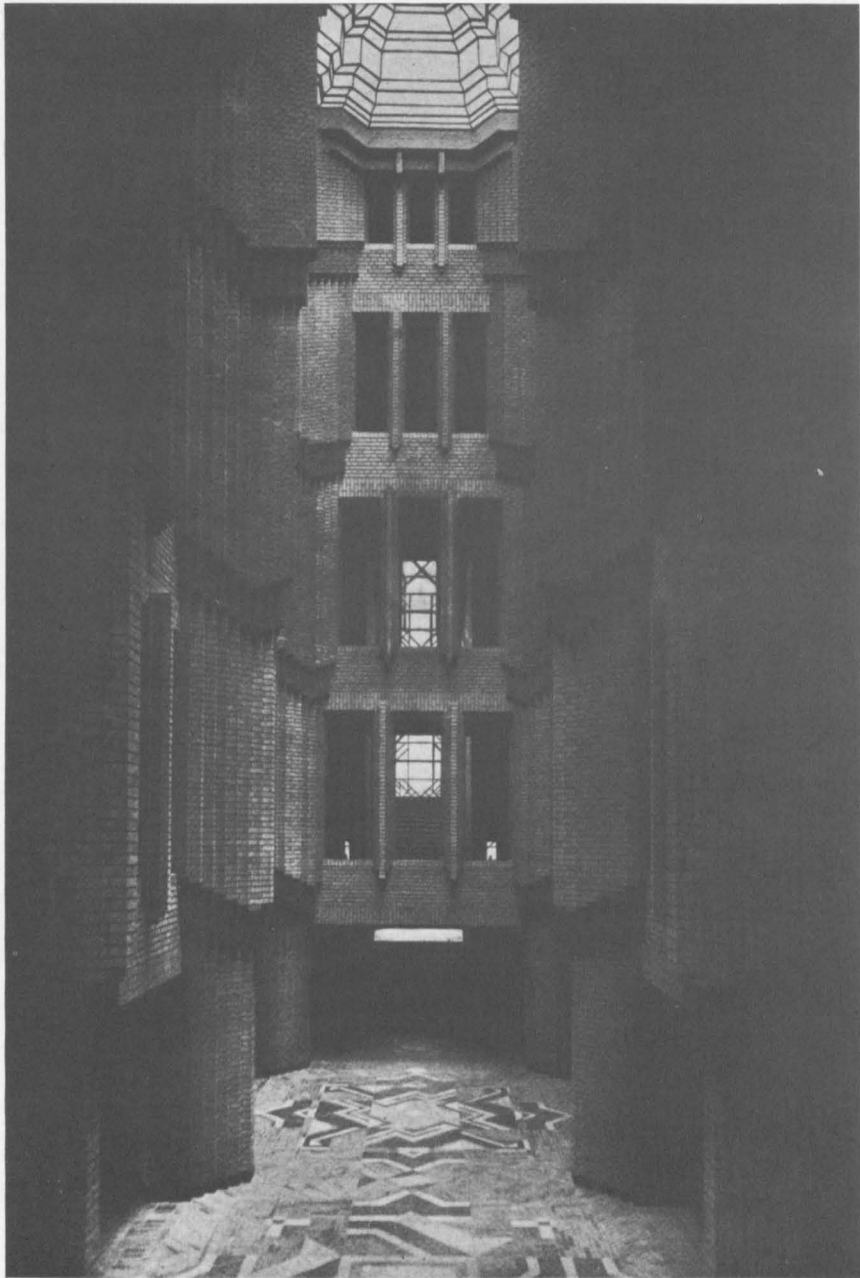


Abb. 3:
Peter Behrens, Hoechst, Halle des Verwaltungsgebäudes der Farbwerke, 1920–24

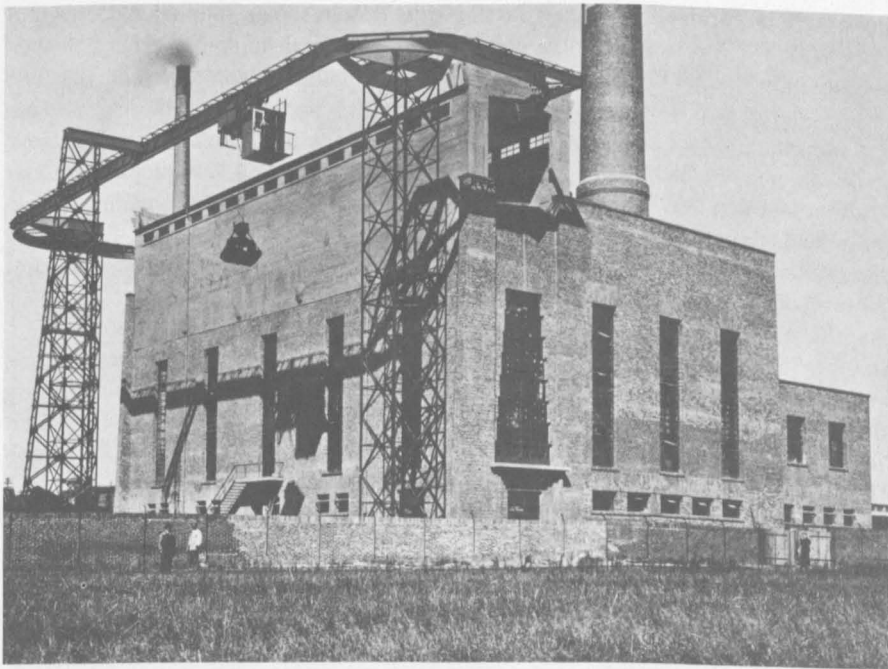


Abb. 4:

H.A. Assmann, Hanau, Kesselhaus der Deutschen Dunlop-Werke, 1925

Otto Wagner verschneidende pasticcio-Entwurf d'Aroncos kaum und der Michael-Graves-Entwurf wohl noch weniger auf einer allzu hohen Qualitätsstufe anzusiedeln sind.

Zwei weitere Beispiele: Die Halle der Hoechster Farbwerke von Peter Behrens, 1920–24 (Abb. 3) [13] und das Kesselhaus der Deutschen Dunlop-Werke in Hanau, entworfen von A.H. Assman, 1925 (Abb. 4) [14].

Mit ihnen soll eine Tatsache illustriert werden, die durchaus geläufig und angesichts dieser Bilder auch fast kommentarlos evident ist. Sie wird alles weitere Vorgehen, Analysieren und Urteilen ganz wesentlich mitbestimmen; die Tatsache nämlich, daß das anschaulich-unmittelbare Vorstellen und Sehen hier und das stets hinzukommende Denken und Reflektieren von Architektur dort in keiner Weise kongruent sind; analog dann, daß das Entwerfen, das primäre Hervorbringen hier und das begriffliche Fassen und Darstellen, das immer nur sekundäre Beurteilen von Architektur dort sorgfältig zu unterscheiden bleiben. Die zugehörige These besagt, daß eine Theorie Architektur in keinem Falle hervorbringt, gleichzeitig aber, daß sie zum Begreifen und Beurteilen von Architektur unabdingbar bleibt [15]. Auf die Entwicklung der Modernen Architektur projiziert wäre dann festzustellen, daß diese – im deutlichen Gegensatz zu der eben formulierten These – entschieden theoriehörig war. Der Einsatz sach- und aufgabenge-rechter (‚wahrer‘) Prinzipien und Methoden nämlich und kein ästhetisches Kalkül

sollte sie hervorbringen; sie galt als das ‚logische‘ Resultat eines ‚rationalen‘ Denk- und Entscheidungsprozesses; sie sollte gerade nicht den Unwägbarkeiten eines Ent-Werfens aus individueller Phantasie und Vorstellungskraft überantwortet bleiben, das (wie es allein der Begriff Entwerfen bereits zum Ausdruck bringt) unkontrollierbar, weil immer nur im nachhinein, in einem zweiten, einem Folgeschritt reflektierbar, und damit erst denk- und begründbar bleiben muß. All dies – so war man allenthalben überzeugt – könne nur den blinden Formalismus und besinnungslosen Einsatz zunehmend wuchernder Dekorationskrusten hervorbringen, als dessen abschreckendes Beispiel in den zwanziger Jahren der späte Eklektizismus des historistischen 19. Jahrhunderts und die formalistischen Auswüchse eines prinzipienlosen Jugendstils gelten mußten. Das chaotische Wachstum der Gründerzeitstädte sollte diese Sicht nachhaltig unterstützen. Städte-, Siedlungs- und Hausbau sollten denn auch auf demselben Fundament neuer, wahrhaftiger Prinzipien von allen Formfragen gelöst und (wie das Werk eines Ingenieurs) aus einer exakten, quantifizierenden Analyse der Bedingungen, Zwecke und Mittel hervorgehen, gleichsam errechnet werden; es sollte ‚resultieren‘; so unsere These.

Drei Schlüssel-Begriffe Vitruvs, die seit seinen *DE ARCHITECTURA LIBRI DECEM* als Hauptkategorien aller nachfolgenden, d.h. vor allem neuzeitlichen Architekturtheorie zu erkennen sind und die auch uns einen leichteren Zugang zum Verständnis der spezifisch Modernen Architektur anbieten, werden diese thesenartig vorgestellte Sonderung der Moderne gegenüber Historismus, Eklektizismus und Jugendstil einerseits und der sogenannten Post-Moderne andererseits besser begreiflich machen [16]. Vitruv nennt drei Momente, ohne die eine gute Architektur nicht zustande kommen könne: *firmitas*, *utilitas* und *venustas*, Haltbarkeit, Brauchbarkeit und Anmut (das Venushafte). Die Kategorie *firmitas* läßt sich unmittelbar in den Begriffen Material, Produktionstechnik, Konstruktion wiederfinden, die *utilitas* in einem möglichst weit gefaßten Funktionsbegriff. *Venustas* dagegen gehört in den Bereich der Ästhetik. Auch dieser Begriff wird durch die Erläuterung Vitruvs selbst unmittelbar verständlich; *venustas* sei gegeben, „wenn das Bauwerk ein angenehmes und gefälliges Aussehen“ habe (*grata et elegans*) und „die maßliche Zusammenstimmung der Bauglieder die richtigen Verhältnisse gemäß der Symmetria“ [17].

Auffallend nun ist, daß die Moderne ihre Produkte stets als das Resultat einer rigiden Konzentration auf die vitruvianischen Kategorien der *Konstruktion* und der *Funktion* dargestellt hat. Bereits die geläufigen Schlagworte Konstruktivismus und Funktionalismus könnten diesen Sachverhalt zur Genüge kennzeichnen. Die Frage nach der Form und Gestalt einer Architektur sollte demgegenüber weitgehend vernachlässigt werden – etwa mit dem Hinweis auf die Sullivan entlehnte, immer wieder zitierte Parole „form follows function“ [18]. Form konnte, ja sollte in fast jedem Fall durch Hinweise auf eine determinierend gedachte Konstruktion und Funktion zum Produkt und damit als etwas ebenso Abhängiges wie sich Ergebendes erklärt werden. Daß die Kategorien der *firmitas* und *utilitas* die als *venustas* zu fassende Gestalt einer Architektur hervorbringen könnten, wurde zum theoretischen Grund- und Hauptsatz der modernen Architektur und Urbanistik [19]. Die Regeln des CIAM und das

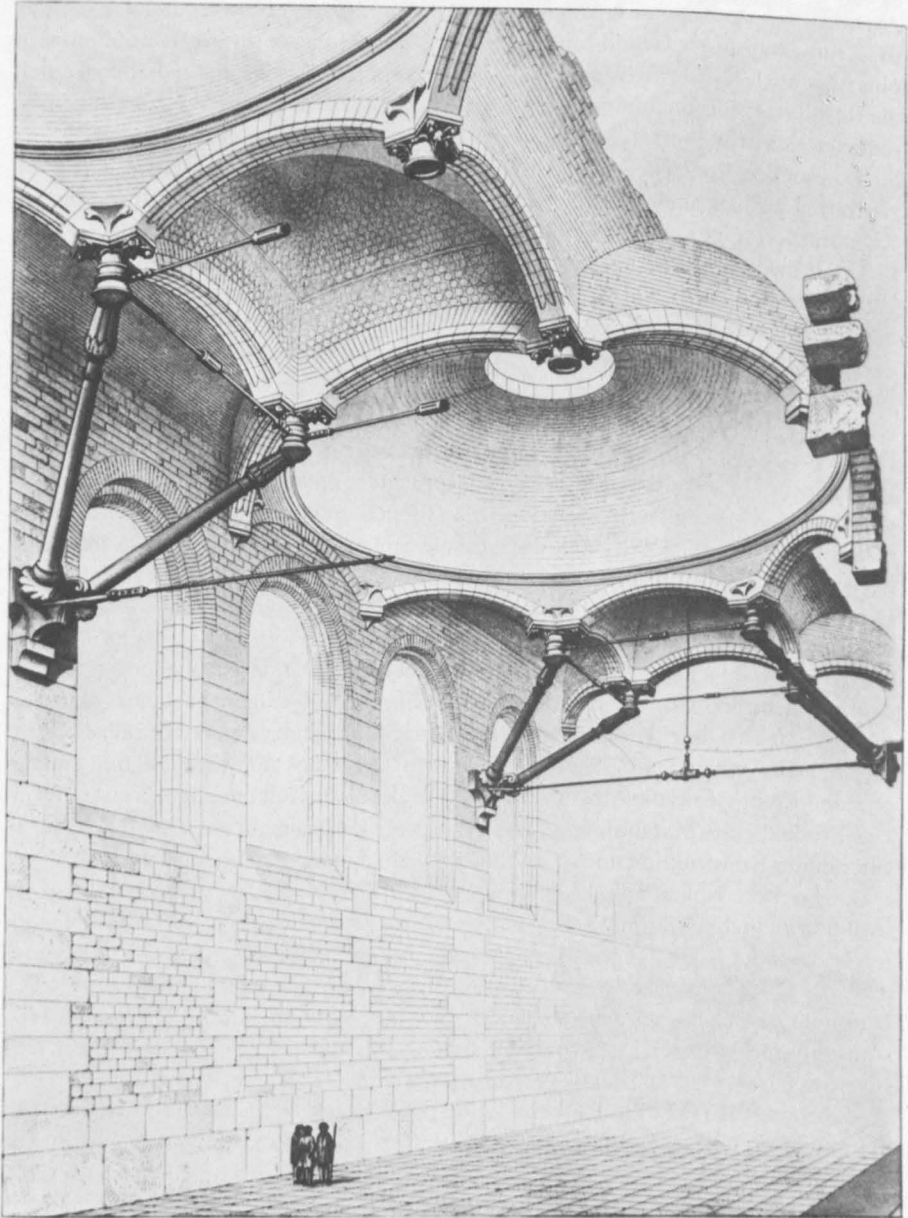


Abb. 5:
Viollet-le-Duc, Tafel XXII aus dem Atlas zu den Entretiens sur l'architecture, 1863

„zoning“, das flächenmäßige Versammeln und Distribuieren des funktional Zusammengehörigen in Flächennutzungsplänen des Städtebaus und Funktionsplänen der Architektur brauchen nur erwähnt zu werden, um die Allgegenwart und unumstößliche Gültigkeit dieses Grund- und Hauptsatzes der Moderne zu begreifen: Funktion plus oder auch mal Konstruktion ergeben die Form [20]. Zumal im Städtebau werden die Resultate dieser auf nur noch zwei von ursprünglich drei generierenden Momenten reduzierten Vitruv-Formel für lange Zeit kaum zu revidieren sein.

Das soeben Konstatierte kann an wenigen Beispielen erläutert werden. Die Konzentration auf das allein entscheidende Moment einer materialbewußten, rationalen Konstruktion zeigt sich sehr schön in dem Lehr- und Muster-Entwurf Viollet-le-Ducs für die Einwölbung eines gestreckten Saales mit einer Folge flacher Steinkuppeln und Klostergewölbe (Abb. 5) [21]. Deutlich werden die Elemente des konstruktiven Aufbaus im Sinne einer statischen, alles weitere bestimmenden Analyse nach Position und Aufgabe im Tragsystem unterschieden. Auf diese Weise können sie in einem zweiten Schritt auch in ihrer konkreten Ausbildung klar differenziert werden, um so die Eigenschaften und die Wirkungsweise der Konstruktion unmittelbar anschaulich zu machen. Der konstruktive Aufbau zeigt, ja demonstriert sich selbst. Gleichzeitig liefert er sich seine eigene Begründung: die druckbeanspruchten Teile der Wände und Gewölbedecke werden aus massivem Mauerwerk, im Pfeilerbereich zwischen den Fenstern aus massivem Quaderwerk errichtet, das gesamte Stützsystem der massiven Wölbschalen dagegen aus einem frei in den Raum gespreizten und gespannten Tragwerk aus Eisen. Die Druckstäbe sollen ganz offensichtlich ihrer Beanspruchung gemäß aus Gußeisen, die Zuganker aus Schmiedeeisen gefertigt werden [22].

Materialwahl und Formentscheidungen dienen so der Veranschaulichung des aus distinkten, ganz unterschiedlich beanspruchten Elementen gefügten Saalbaus; gleichzeitig lassen sie sich durch die spezifischen Anforderungen einer derart sich selbst und ihren eigenen Aufbau demonstrierenden Konstruktion Stück für Stück erklären und begründen. Damit wirkt die Architektur dieses Saales als das folgerichtige, ja fast notwendige Produkt eines Material- und Konstruktionskalküls; ja mehr noch: als das Resultat einer dieser Konstruktion und diesen Materialien immanenten Gesetzmäßigkeit.

Das weitere Isolieren und Allein-für-gültig-Erklären derartiger Material und Konstruktion zu architekturimmanenten und gleichzeitig architekturgenerierenden Faktoren erklärender Konzepte hat die große Zahl ‚reiner‘, aufgrund eigener Voraussetzungen sich gleichsam selbst begründender Konstruktionen hervorgebracht, für die der berühmte Ausschnitt aus der Zug- und Druckstäbe sorgfältig nach Position und Belastung differenzierenden Eisenkonstruktion des Eiffelturms von 1889 als ein exemplum stehen soll (Abb. 6). Dies um so mehr, als die ‚Funktion‘ dieses Denkmals zur Hundertjahrfeier der Französischen Revolution (Restaurant, Aussichtsplattform und Telegrafestation) die Sache selbst keineswegs erklärt – einen 300 Meter hohen Turm aus Eisen nämlich, einen Prototyp des Konstruktivismus par excellence [23]. Von den vitruvianischen Kategorien war prima vista nur noch *firmitas* im Spiel; sie allein hatte – abermals im Resultat – für *venustas* zu sorgen.

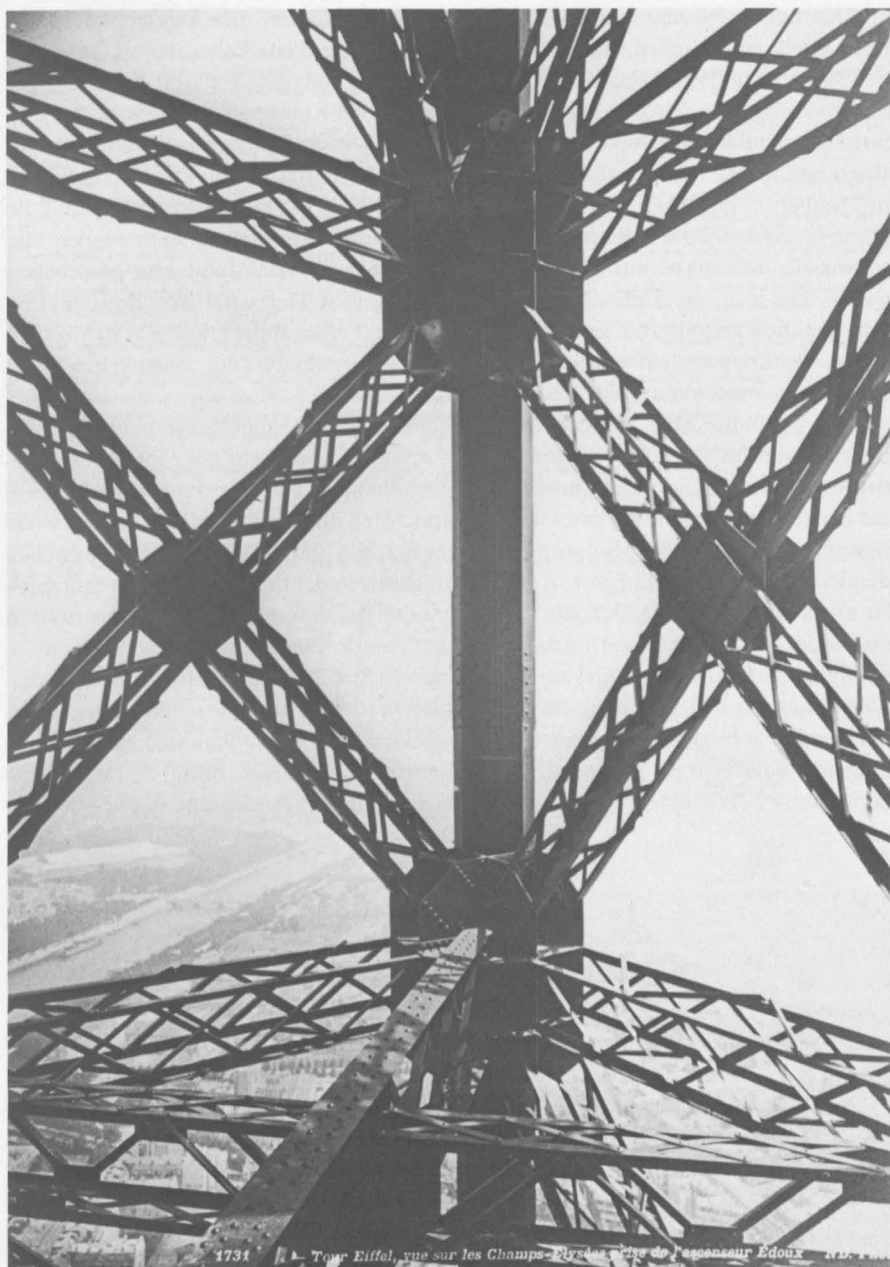


Abb. 6:
Gustave Eiffel, Paris, Turm-Detail, 1889

Das normative Moment des Begründens und Erklärens, des argumentierenden, nötigenfalls polemischen Rechtfertigens und Verteidigens ist es also, das als Grundzug der Moderne im 19. Jahrhundert bereits angelegt war und spätestens seit den zwanziger Jahren konstitutive Bedeutung gewann. Material und Konstruktion (*firmitas* also) lieferten neben Funktion und Ökonomie (der *utilitas*) die entscheidenden Argumente zur Begründung und Rechtfertigung des Phänomens Moderne Architektur. Wenn von einer sauberen, ehrlichen und materialgerechten Konstruktion die Rede war und die klare, kompromißlose Funktionalität (einer Grundrißdisposition etwa) zu loben war, so war allein damit bereits sichergestellt, daß von moderner Architektur gesprochen wurde. Die alleinige oder wie auch immer kombinierte Herrschaft von Konstruktion und Funktion garantierten geradezu die Modernität eines Bauwerkes, das so vor dem ersten Weltkrieg bis auf wenige, meist isolierte Ausnahmen (die ‚reinen‘ Eisenkonstruktionen etwa) eben noch nicht zu finden war.

Die berühmte Mies-van-der-Rohe-Zeichnung für eine mehrgeschossige Stahlbetonkonstruktion als Prototyp eines Bürohauses (Abb. 7) ist sehr gut geeignet, die Bedeutung und Wirkungsweise konstruktiver Argumente zur Begründung, ja mehr noch, zur genetischen Herleitung eines der folgenreichsten und nicht zuletzt deswegen wichtigsten Baukonzepte der Moderne deutlich zu machen [24]. Ist doch eines der entscheidenden Merkmale dieses Entwurfes das Zurücksetzen der deckentragenden Stützpfeiler aus dem baukörperbildenden Kontinuum der Außenwände. Da die Konstruktion im Hinblick auf statische wie auf ökonomische Gründe (die Stichworte sind Momentenverlauf und Materialersparnis) aus einer Serie von Stahlbetonrahmen mit ausladenden Kragarmen zur Unterstützung der Deckenplatten gefügt wurde, erscheinen die auffallendsten Neuerungen gegenüber einem traditionellen Geschoßbau hier nurmehr als Folgen und nachgerade notwendige Konsequenzen einer ersten, offenbar nur statisch-konstruktiv begründeten Entscheidung: Es gibt keine tragenden und deswegen mög-

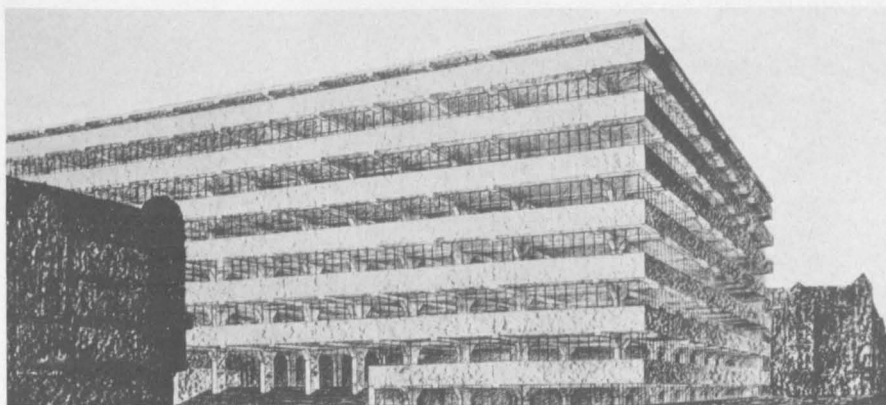


Abb. 7:
Ludwig Mies van der Rohe, Bürohausprojekt, 1923

LES 8 POINTS D'UNE ARCHITECTURE NOUVELLE

1. *Les pilotis.* Des recherches assidues, obtenues, ont abouti à des réalisations partielles qui peuvent être considérées comme des acquis de laboratoire. Ces résultats ouvrent des perspectives neuves à l'architecture; celles-ci s'offrent à l'urbanisme qui peut y trouver des moyens d'apporter la solution à la grande maladie des villes actuelles.

La maison sur pilotis! La maison s'enfonçait dans le sol; locaux obscurs et souvent humides. Le ciment armé nous donne les pilotis. La maison est en l'air, loin du sol; le jardin passe sous la maison, le jardin est aussi sur la maison, sur le toit.

2. *Les toits-jardins.* Depuis des siècles un comble traditionnel supporte normalement l'hiver avec sa couche de neige, tant que la maison est chauffée avec des poêles.

Dès l'instant où le chauffage central est installé, le comble traditionnel ne convient plus. Le toit ne doit plus être en fosse mais en creux. Il doit rejeter des eaux à l'intérieur et non plus à l'extérieur.

Vérité irrécusable: les climats froids imposent la suppression de comble incliné et pro-

voquent la construction des toits-terrasses creux avec écoulement des eaux à l'intérieur de la maison.

Le ciment armé est le nouveau moyen permettant la réalisation de la toiture homogène. Le béton armé se dilate fortement. La dilatation apporte la fissuration de l'ouvrage aux heures de brutal retrait. Au lieu de chercher à évacuer rapidement les eaux de pluie, s'efforcer au contraire à maintenir une humidité constante sur le béton de la terrasse et par là une température régulière sur le béton armé. Mesure particulière de protection: sable recouvert de dalles épaisses de ciment, à joints écartés; ces joints sont semés de gazon. Sable et racines ne laissent filtrer l'eau que lentement. Les jardins-terrasses deviennent opulents: fleurs, arbustes et arbres, gazon.

Des raisons techniques, des raisons d'économie, des raisons de confort et des raisons sentimentales nous conduisent à adopter le toit-terrasse.

3. *Le plan libre.* Jusqu'ici: murs portants: partant du sous-sol, ils se superposent, constituant le res-de-chaussée et les étages, jusqu'aux

combles. Le plan est esclave des murs portants. Le béton armé dans la maison apporte le plan libre! Les étages ne se superposent plus par cloisonnements. Ils sont libres. Grande économie de cube bâti, emploi rigoureux de chaque centimètre. Grande économie d'argent. Rationalisme aisé du plan nouveau!

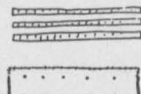
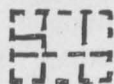
4. *La fenêtre en longueur.* La fenêtre est l'un des buts essentiels de la maison. Le progrès apporte une libération. Le ciment armé fait révolution dans l'histoire de la fenêtre. Les fenêtres peuvent courir d'un bord à l'autre de la façade. La fenêtre est l'élément mécanique-type de la maison; pour tous nos hôtels particuliers, toutes nos villas, toutes nos maisons ouvrières, toutes nos immeubles locatifs...

5. *La façade libre.* Les poteaux en retrait des façades, à l'intérieur de la maison. Le plancher se poursuit en porte-à-faux. Les façades ne sont plus que des membranes légères de murs isolants ou de fenêtres.

La façade est libre; les fenêtres, sans être interrompues, peuvent courir d'un bord à l'autre de la façade.

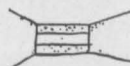
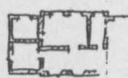
Le Corbusier et Pierre Jeanneret

« LES TECHNIQUES SONT L'ASSIETTE MÊME DU LYRISME. ELLES OUVRONT UN NOUVEAU CYCLE DE L'ARCHITECTURE. »



Jusqu'au béton armé et au fer, pour bâtir une maison de pierre, on creusait de larges rigoles dans la terre et l'on allait chercher le bon sol pour établir la fondation.

On constituait ainsi les caves, locaux médiocres, humides généralement.



Puis on montait les murs de pierre. On établissait un premier plancher posé sur les murs, puis un second, un troisième; on ouvrait des fenêtres.



Avec le béton armé on supprime entièrement les murs. On porte les planchers sur de minces poteaux disposés à de grandes distances les uns des autres.

Le sol est libre sous la maison, le toit est reconquis, la façade est entièrement libre. On n'est plus paralysé.

La tabelle dit ceci: à surface de verre égale, une pièce éclairée par une fenêtre en longueur qui touche aux deux murs contigus comporte deux zones d'éclaircissement: une zone, très éclairée; une zone 2, bien éclairée.

D'autre part, une pièce éclairée par deux fenêtres verticales déterminant des trumeaux, comporte quatre zones d'éclaircissement: la zone 1, très éclairée, la zone 2, bien éclairée, la zone 3, mal éclairée, la zone 4, obscure.

Abb. 8:

Le Corbusier, 5 Points d'une Architecture nouvelle, 1929

lichst homogen und geschlossen ausgebildeten Außenwände mehr; die Struktur ist bereits die intendierte Architektur. So scheinen die langen Horizontalen der Brüstungsbänder und – als Folge davon – auch die Deckenplatten selbst übereinander zu ‚schweben‘. Ähnliches gilt für die Baukörper im Ganzen und das Fehlen der traditionellen ‚Lochfenster‘, die jetzt durch eine der Leitformen der Moderne, das stützenlose, kontinuierlich um die Ecken herumgeführte Fensterband ersetzt sind. Alles ‚folgt‘ aus der primären, ebenso material- wie konstruktionsbestimmten Entscheidung für gerade diese, ihre Ratio aus und an sich selbst erweisende Struktur [25].

Die nicht minder berühmte Darstellung der „Fünf Punkte“ Le Corbusiers (Abb.8) demonstriert die durchgängige Gültigkeit und konstitutive Bedeutung dieser statisch-konstruktiven Primärentscheidung für die daraus resultierende und in wesentlichen Stücken das bekannte Bild moderner Architektur prägende Struktur eines Bauwerkes [26]. Daß eine Serie auskragender Deckenplatten von rastermäßig angeordneten Einzelstützen (den „pilotis“) getragen wird, soll nicht etwa auf die formalen Intentionen des entwerfenden Architekten, sondern einzig und allein auf die Ökonomie und statische Logik dieser offenbar a priori ‚richtigen‘ Stahlbetonkonstruktion zurückzuführen sein: Le Corbusier stellt seine „Fünf Punkte“ ganz im Sinne dieser Prämisse als eine nur noch resultierende Folge, eine – freilich willkommene – Konsequenz dieser konstruktionsbedingten Vorgabe in Gestalt eines Stütz-Platten-Gestelles vor [27].

Die „pilotis“, ein im Raster angeordnetes System von Einzelstützen, die den Baukörper vom Boden absetzen und isolieren, werden als 1. Punkt gegenüber einem traditionellen Grundriß herausgestellt, in dem die tragenden Mauerzüge zugleich die Grundform des Baukörpers wie seine Binnenteilung fixieren. Wie am Bürohausentwurf Mies van der Rohes war und ist auch hier mit dieser zunächst statisch-konstruktiv begründeten Strukturvorgabe das Entscheidende bereits geschehen. Alles Folgende scheint wie notwendig zu resultieren. So auch bei Le Corbusier. Sein 2. Punkt sind die „toits-jardins“, die Dachgärten, die ähnlich wie die „pilotis“ durch konstruktive Argumente eigens erklärt werden und im übrigen als Folgerung aus dem primär gesetzten Stütz-Platten-System nur konsequent erscheinen. Der 3. Punkt, der „plan libre“, ist von gar nicht zu unterschätzender Bedeutung für das System der Modernen Architektur. Da mit den „pilotis“ des 1. Punktes die auf einem Raster von Einzelstützen und Deckenplatten reduzierte Tragstruktur bereits realisiert war, können die Körper und Raum bildenden Wandungen vollkommen unabhängig von diesem Stützsystem – frei also – angeordnet werden. Noch einmal stellt Le Corbusier das Gegenbild traditioneller Architektur mit tragenden und gleichzeitig Baukörper wie Raumform und -anordnung fixierenden Mauerzügen daneben. Auch der Punkt 4, das Fensterband („fenêtre en longueur“), ist als unmittelbare Konsequenz des „pilotis“-Systems zu erkennen. Die Skizzen zeigen deutlich genug den Unterschied gegenüber einer traditionellen Lochfassade und die unabdingbare Voraussetzung, die ja (wie bereits bei Mies van der Rohes Bürohausentwurf) darin besteht, daß das Stützsystem der „pilotis“ aus dem Fassadenzusammenhang, oder die Fassade aus der Stützenfront herausgestellt, voneinander isoliert und so als elementare, in keiner Weise miteinander vermengte Teilsysteme aufgefaßt und baulich dargestellt werden. Voraussetzung und Folge stehen in einer exak-



Abb. 9:
Gordon Bunshaft (SOM), New York, Lever-Gebäude, 1951/52

ten Parallele zur Relation „pilotis“ – „plan libre“. Die logische Konsequenz aus dieser Beobachtung wird von Le Corbusier auch sogleich gezogen, indem er als Punkt 5 und damit als Endresultat der durch die „pilotis“ ausgelösten und erklärten Sequenz konstitutiver Momente einer modernen Architektur die abermals sich ergebende „*façade libre*“ nennt.

Wie unschwer einzusehen ist, wird die eine, statisch-konstruktive Grundsetzung eines unabhängig von der Baukörper- und Raumkonfiguration angeordneten Stützsysteams die *conditio-sine-qua-non* moderner Architektur. Resultiert doch allein aus dem isoliert und für sich konzipierten und analog dann realisierten konstruktiven System das für die Folge Entscheidende: der „*plan libre*“ und die „*façade libre*“ [28].

Diese, den konstruktiv-materiellen Möglichkeiten der industriellen Revolution verdankten und nur im Stahl- bzw. Stahlbetonbau zu realisierenden ‚Freiheiten‘ dürfen wir als eines der wichtigsten, weil konstitutiven Momente moderner Architektur festhalten; sie wären der *firmitas* des Vitruv zuzuordnen. Zumindest eine, jedermann bekannte und für das Bauen der fünfziger und sechziger Jahre in ihrer Bedeutung kaum zu überschätzende Architektur sei als Exempel für die geradezu phantastische Wirksamkeit und (wenn man so will) Richtigkeit dieser „Fünf Punkte einer neuen Architektur“ Le Corbusiers in Erinnerung gerufen: das von Gordon Bunshaft im Büro SOM entworfene und 1951/52 errichtete Lever-House in New York (Abb. 9) [29]. Wie mit dem ersten der „5 Punkte“ Le Corbusiers war auch hier mit der a-priori-Wahl der Tragstruktur (Punktstützen mit knapp ausladenden Deckenplatten) alles weitere zu einer Sequenz logischer Folgeschritte erklärt. Die beiden Baukörper setzen sich vom Boden wie auch voneinander ab. Die „pilotis“ Le Corbusiers sorgen so nicht allein für die Isolierung und elementare Vereinheitlichung des liegenden und des stehenden Baukörpers; gleichzeitig erzeugen sie den „*plan libre*“ – hier genutzt im Sinne multifunktionaler Großraumbüros – und die „*façade libre*“, die in diesem Falle (eine freie Entscheidung) als *curtain wall* und damit als eo ipso ‚frei‘ von und vor der Tragstruktur angeordnet wird: auch dies ein Bau der, jetzt etablierten, Moderne par excellence.

Das zweite konstitutive Moment der Moderne, die *utilitas* des Vitruv, das mechanisch interpretierte Funktionskonzept unseres Jahrhunderts also, sei im Rahmen dieses Referates nur kursorisch erwähnt. Wichtig ist, daß es ähnlich generierend gedacht und eingesetzt wurde wie das Moment der Konstruktion. Und wichtig zumal, daß es in letzter Konsequenz nur auf der Grundlage von zwei vorgegebenen Hauptsachen, des *plan libre* und der *façade libre*, zu realisieren war. Konnte doch so, zunächst ohne Rücksicht auf Tragstruktur und Fassadengestalt, fast jedem Zweck das Mittel einer exakt darauf zugeschnittenen Raumdisposition und Raumfassung zugeordnet werden. Wie die gezeigten Beispiele erweisen, war auch das Funktionalismuskonzept im 19. Jahrhundert bereits zum Tragen gekommen [30]. Neben einem Längsschnitt der bombastischen Grand Opéra Charles Garniers von 1861 (Abb. 10) steht ein Schnitt durch die 1875 entworfene Volksoper von Davioud und Bourdais (Abb. 11) [31]. Während in der Großen Oper die achsial und symmetrisch aufgebauten, sorgfältig voneinander abgesetzten und damit zu eigenständigen, elementartigen Raumeinheiten erklärten Säle, denen immerhin auch schon eine jeweils spezifische Funktion zugewiesen werden kann, ins

Auge fallen (nicht zuletzt wegen der isolierenden Teilperspektiven), verdient der Saal der Volksoper unser ganzes Interesse, weil er auf eine achsiale Zentrierung des Saales im Sinn der École-des-Beaux-Arts verzichtet und stattdessen die Deckenschale verzieht, zum Bühnenportal hin absenkt und so eine Saalform entstehen läßt, die ganz offensichtlich aus Gesetzen der Akustik abgeleitet wurde [32].

Genau dies, das Umsetzen einer akustischen Gesetzmäßigkeit im Dienste der Funktion des Gut-Hörens in eine adäquate Saalform, d.h. das Ermitteln einer Gestalt durch

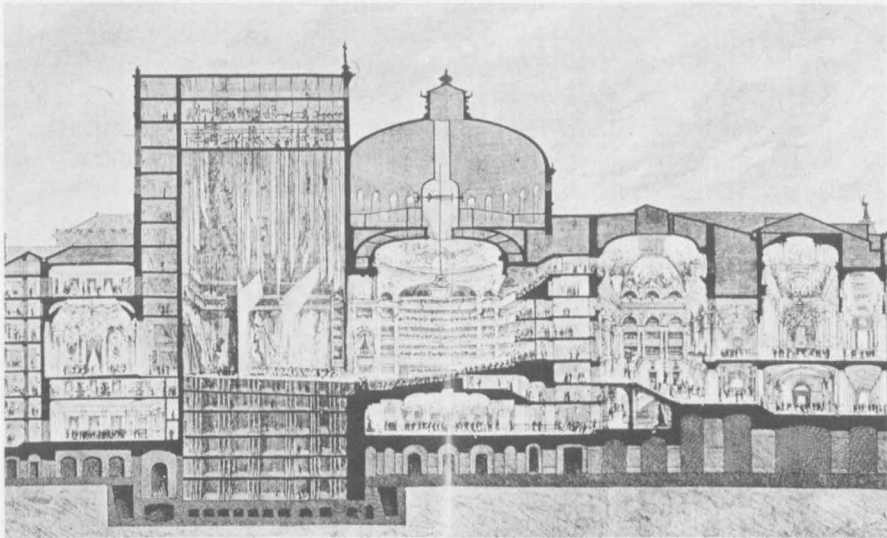


Abb. 10:
Charles Garnier, Paris, Große Oper, 1861

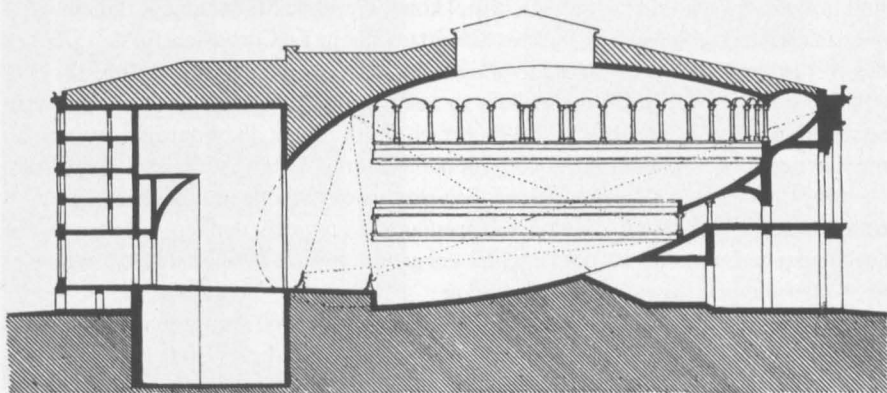


Abb. 11:
Davioud und Bourdais, Paris, Projekt einer Volksoper, 1875

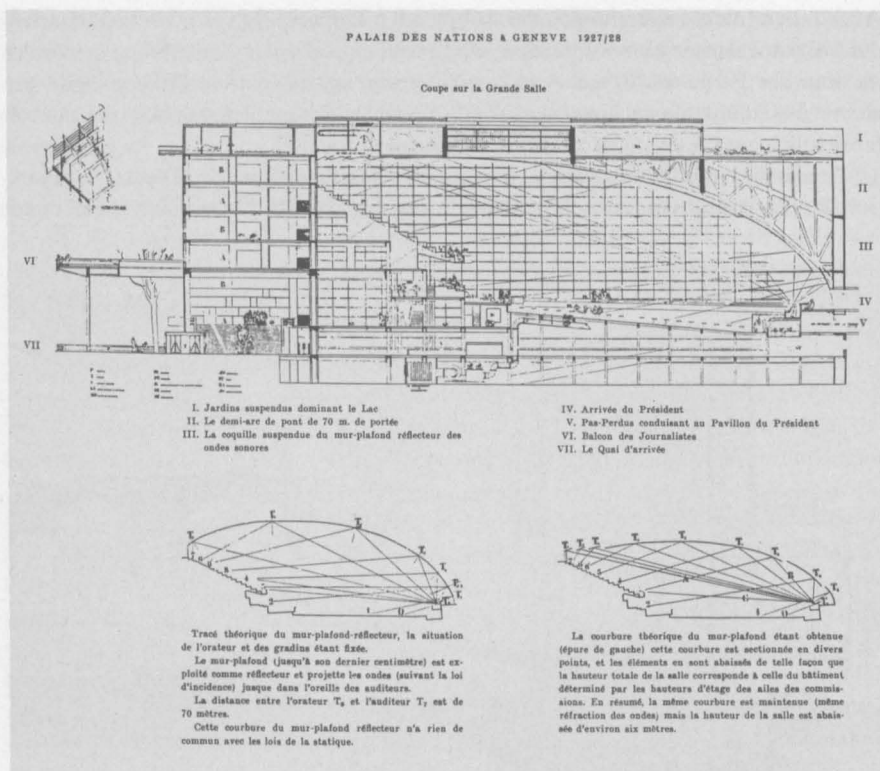


Abb. 12:
 Le Corbusier, Genf, Projekt für den Saal des Völkerbundpalastes, 1927/28

funktionale, Zweck und zugehörige Mittel kombinierende Maßnahmen, finden wir in nahezu identischer Weise auch in einer Schnittzeichnung Le Corbusiers für den Saal seines Wettbewerbsentwurfes für den Völkerbundpalast in Genf, 1927/28 (Abb. 12) [33]. Auch hier scheint die Saalform schlicht zu resultieren. Dies mag genügen, um (wenn auch nur punktuell) die jetzt schon mehrfach wiederholte, thesenartige Aussage zu rechtfertigen, das argumentative Konzept der Moderne bestehe zur Hauptsache darin, *venustas*, den ganzen Komplex anschaulich-sinnlicher Prägung und Wirkung einer Architektur, nicht nur als ein Resultat aus *firmitas* und *utilitas* zu denken, sondern just so auch entstehen zu lassen: als das Ergebnis der generierenden Momente materialgerechter *Konstruktion* und zeitgemäßer *Funktion*.

Daß dieses begriffliche Konzept der Moderne gegen 1960 am Ende war, hatte eingangs schon erwähnt werden müssen. Bezeichnend ist, daß dieses Ende für das sog. öffentliche Bewußtsein weniger im Bereich des Entwerfens und Bauens als vielmehr auf dem Feld des Theoretisierens und Rechtfertigens vorbereitet wurde. Die eben dargestellten Denkschemata, nach denen Architektur aus einer intelligenten Analyse kon-

struktiver und funktionaler Prämissen mehr entwickelt, ja deduziert als im Wortsinn entworfen werden könne, war auf fragenden Unglauben, heftige Kritik und schließlich strikte Ablehnung gestoßen. Die Geschichte dieses Prozesses, der vor allem im Bereich des Städtebaus zu vehement ausgetragenen Diskussionen und Entzweigungen führte, soll hier nicht nachgezeichnet werden [34]. Uns muß vielmehr interessieren, daß scheinbar das axiomatisch auf Konstruktion und Funktion fixierte Begriffsgebäude der zugehörigen Theorie als erstes zum Einsturz gebracht wurde – schlicht dadurch, daß nach Jahrzehnten des Aussparens und Schweigens jenes dritte Moment wahrer Architektur, die *venustas* des Vitruv, wieder zur Sprache gebracht werden konnte. Aus einer wissenschaftlich-technischen Disziplin, in der die Ratio des analysierenden Ingenieur-Architekten gefragt war, wurde in den Köpfen der Zeitgenossen wieder eine Kunst, deren evidente Nicht-Konstruierbarkeit, Nicht-Ableitbarkeit und Nicht-Begründbarkeit eine vollkommen neue Entwicklung auch im Bereich der Theorie-Bildung zur Folge hatte [35]. Kompositions- und Formfragen wurden alsbald ohne jede Rücksicht auf jene jahrzehntelang sakrosankten Belange konstruktiver Ökonomie und funktionaler Ordnung so behandelt, wie es bis in die sechziger Jahre schlicht verboten schien: als ein *autonomer* Komplex figur- und bildzeugender Entscheidungen, der allenfalls durch das

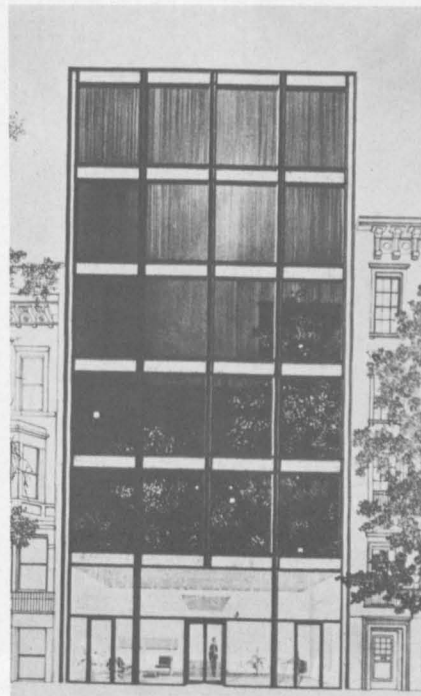
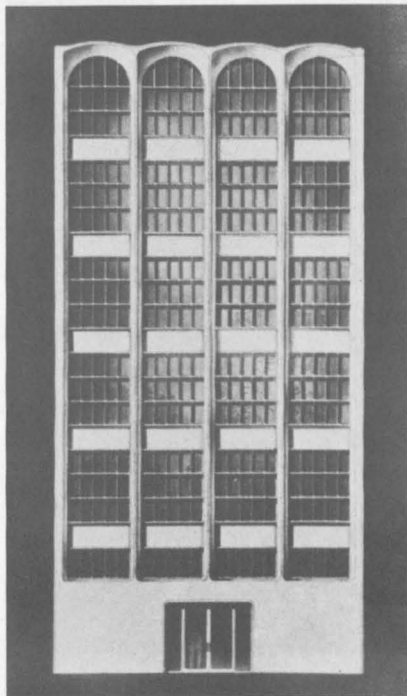


Abb. 13:

Philip Johnson, New York, Vorentwürfe für das Asia-Gebäude, 1960



*Abb. 14:
Philip Johnson, New York, ATT-Gebäude, 1980*

mit ihm selbst gesetzte Regelsystem zu begründen, auf gar keinen Fall aber durch konstruktive oder funktionale Prämissen zu determinieren sei. Momente der Form und Komposition durften wieder ‚absolut‘ gesetzt werden.

Auch dies soll hier durch nur wenige Beispiele illustriert werden: Philip Johnson, sicher nicht der begnadetste Architekt, hatte bereits 1954 in einer Rede vor Architekturstudenten der Harvard-Universität Sätze formuliert, die den genannten Erklärungskonzepten der Moderne schlicht zuwiderlaufen und den Prozeß der theoretisch-ideologischen Auflösung dieser Moderne einzuleiten scheinen, der gegen 1960 bereits so gut wie abgeschlossen war. Begleitet wurde dieses Rütteln an den Grundfesten der Moderne von Projekten, die spätestens wiederum seit 1960 das bis dato geläufige Regelsystem ausdrücklich und offensichtlich zu negieren suchten. Gezeigt seien zwei nicht realisierte Johnson-Vorentwürfe für das 1960 in konventionell-modernen Formen dann tatsächlich errichtete Asia-Haus in New York (Abb. 13) und die berühmt-berüchtigte „Chippendale-Kommode“ Johnsons für die American Telephone and Telegraph Inc. in New York, 1980 (Abb. 14). Dieser Philip Johnson nun hatte 1954 folgendes erklärt:

„Ich habe das Empfinden, daß Architektur in erster Linie eine Kunst und kaum etwas anderes ist“. Oder auch, klar gegen den Funktionalismus gewandt: „Ich glaube nicht, daß man einen Zweck braucht, um einen Bau schön zu machen“ [36]. Ja, er ist – bereits 1954 – in der Lage, „Die sieben Krücken der Modernen Architektur“ aufzulisten, darunter ausdrücklich „die Krücke der Zweckmäßigkeit“ und „die Krücke der Konstruktion“ [37]. Wie gezielt er dabei den Nerv moderner Entwurfstheorie zu treffen verstand, mögen zwei weitere Zitate belegen, das eine zum Funktionalismus: „Man sagt..., daß ein Bau gute Architektur ist, wenn er funktioniert...“. „Wenn diese Forderung, daß ein Haus gut funktionieren muß, wichtiger wird als Ihre (er spricht Studenten an) künstlerische Erfindungsgabe, dann wird das Ergebnis überhaupt keine Architektur, sondern nur eine Ansammlung nützlicher Einzelteile“. Und zum Konstruktivismus: „Konstruktion ist gefährlich, wenn man sich daran festhält. Kann es einen doch zu dem Glauben verführen, daß eine klare Konstruktion, klar zum Ausdruck gebracht, am Ende von selbst zur Architektur wird“.

Was hier 1954 bereits zu fassen ist, wird mit der Dokumentation des letzten, das Ende der Moderne 1959 gleichsam besiegelnden CIAM-Kongresses in Otterloo manifest [38]. Die dort abgedruckten Beiträge, vor allem Louis Kahns und Aldo van Eycks, können dann auch als Einführungen in den Text des theoretischen Leitbuches der Post-Moderne, Robert Venturis „Complexity and Contradiction in Architecture“ von 1966 gelesen werden [39]. All diese Aussagen und Texte eint die vollkommen neue, aus der Sicht der Moderne geradezu ‚konterrevolutionäre‘ Betonung des künstlerischen Momentes, das zu *venustas* führt, bei gleichzeitiger Demontage ihres über den Fundamenten *firmitas* und *utilitas* aufgebauten Theoriegebäudes [40].

Die parallel zu diesem Prozeß entstandene, weder modern erscheinende noch modern begründete Architektur setzt tatsächlich einzig und allein auf das Moment der ‚Form‘, sei es, daß sie Neubauten chamäleonhaft einem liebgewonnenen historischen Milieu einpaßt und bis zum Mimikry gleichen läßt [41], sei es, daß sie der Architekturgeschichte selbst – plump und dumpf und ganz direkt – das Bauen überläßt (wie das

Getty-Museum im kalifornischen Malibu, die fleißige Rekonstruktion einer Pompeianischen Villa, Abb. 15) [42], oder auch, daß die Bauaufgabe Hochhaus etwa totaliter und gleichsam widerstandslos einer vorgestanzten Form eingegossen wird, wie das Beispiel des Chicago-Tribune-Tower demonstrieren kann, diesmal in einem ebenso fiktiven wie anachronistisch-aktuellen Wettbewerbsentwurf Robert Sterns aus dem Jahre 1980. (Abb. 16) [43]. Die Liste der Beispiele ist Legion und braucht zum Nachweis postmoderner Formalismen nicht verlängert zu werden.



Abb. 15:
Malibu (California), Getty-Museum, 1970–74

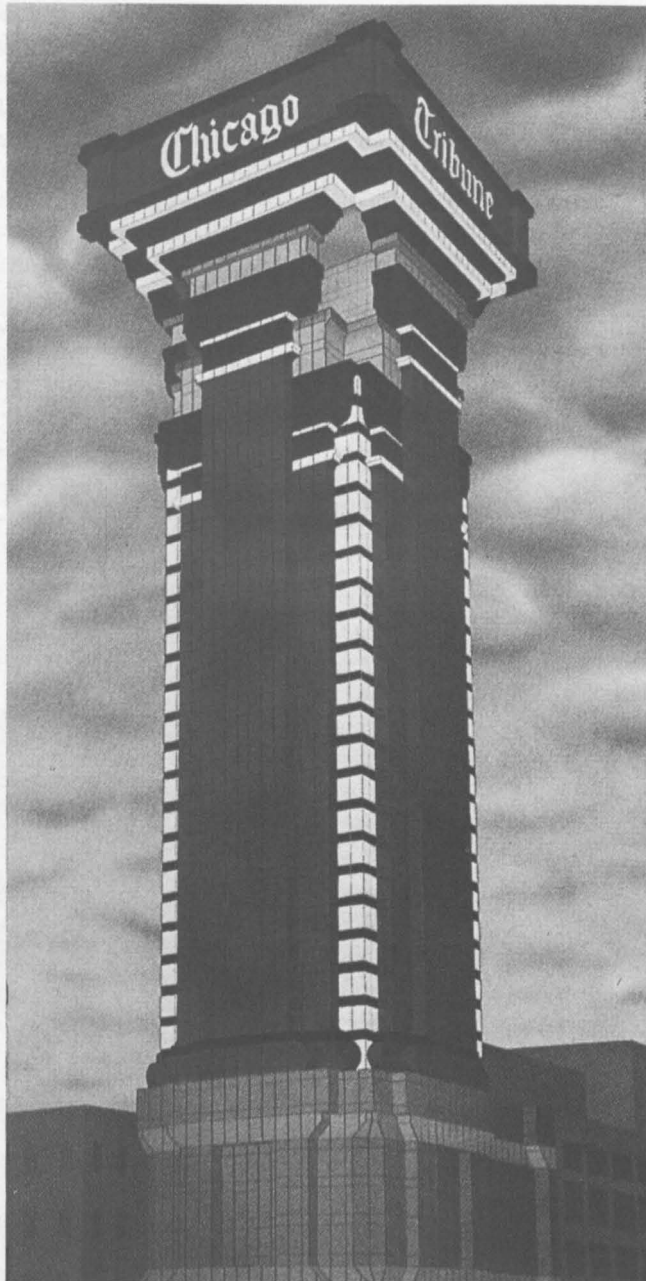


Abb. 16:
Robert Stern, „Chicago-Tribune-Tower“, 1980

Dagegen wird uns ein ganz anderes Problem weiter beschäftigen müssen, die Frage nach der *venustas*, dem figurierenden, formzeugenden Moment innerhalb der Moderne selbst. Untersuchen wir nämlich eine Leitarchitektur dieser Moderne, den 1929 gebauten Barcelona-Pavillon Mies van der Rohes (Abb. 17, 18), im Sinne der vitruvianischen Schlüsselbegriffe, so stoßen wir auf unüberwindliche Schwierigkeiten, wenn

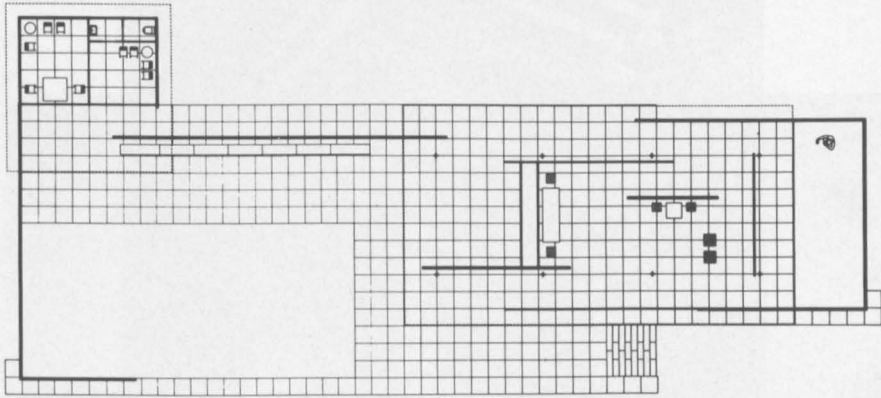


Abb. 17:

Ludwig Mies van der Rohe, Barcelona, Ausstellungsbau des Deutschen Reiches, Grundriß, 1929

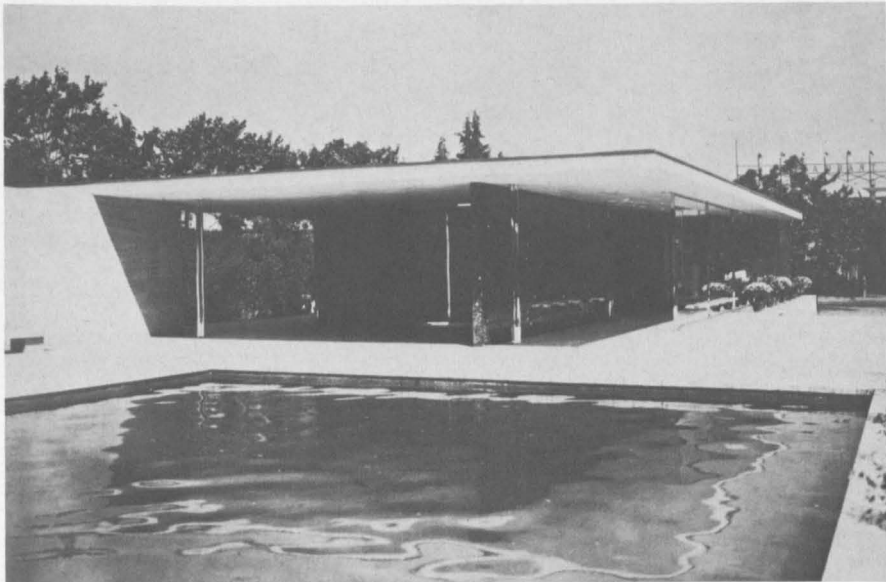


Abb. 18:

Ludwig Mies van der Rohe, Barcelona, Ausstellungsbau des Deutschen Reiches, Ansicht, 1929

wir diese Architektur als das Produkt eines konstruktiven und funktionalen Raisonnements auffassen wollten [44]. Die vorhin anhand der „Fünf Punkte“ Le Corbusiers erläuterten Prinzipien moderner Architektur sind zwar auch hier gegenwärtig (durchaus deutlich und in aller nur wünschenswerten Klarheit), doch das mit ihnen und durch sie zum Ausdruck gebrachte Modell zur Erklärung der Entwurfsgenese will in keiner Weise tragen: Denn weder die Konstruktion noch die Funktion dieses Bauwerkes gibt irgend etwas für die konkrete Genese seines Entwurfes her.

An der Funktionsfrage zumal wird dies auf Anhieb klar: Abgesehen nämlich von dem seitab stehenden Hausmeister- oder auch Bürohäuschen kann als Zweck dieser Architektur allenfalls das Sich-selbst-zur-Schau-Stellen genannt werden. Ein differenziertes Raumprogramm – stets ein sicherer Hinweis auf funktionale Vorüberlegungen – ist anhand der wenigen Mies-Möbel und der einen Lehmbruck-Figur auch bei bestem Wil-



*Abb. 19:
Ludwig Mies van der Rohe, Barcelona,
Ausstellungsbau des Deutschen Reiches, Baustelle, 1929*

len nicht auszumachen. Zuordnungs-, Wege- und Zuschnittsfragen lassen sich folglich gar nicht erst aufwerfen und machen den Funktionalismus hier a priori gegenstandslos.

Ähnliches ist bei genauerem Eingehen auf die Konstruktion zu beobachten. Zwar freut man sich über die saubere, die Elemente des Aufbaus explizit zur Schau stellende Ausbildung einer strengen Tragstruktur aus chromglänzend gefaßten Stahlkreuzstützen, die eine weitausladende Dachplatte tragen und unmittelbar an den ersten der „Fünf Punkte“ Le Corbusiers, die „*pilotis*“, gemahnen. Auch wird man das Zueinander der Außen und Innen miteinander verschränkenden und in ‚fließenden‘ Übergängen Teilräume ebenso definierenden wie gleichzeitig entgrenzend miteinander verschmelzenden Wandscheiben aus Steinplatten und stahlgerahmten Glasscheiben als Analogon zur Anordnung der Wände im „*plan libre*“ Le Corbusiers verstehen. Doch weder das eine noch das andere läßt sich im Sinne konstruktiver Logik auch nur näherungsweise begründen und nach konkreter Ausbildung und Anordnung erklären. Man braucht nämlich nur auf die Details der statisch entschieden ungünstigen Stützenquerschnitte, auf die hinsichtlich des Momentenverlaufes übermäßig ausladende, entgegen ihrer Binnenstruktur zur homogenen, massiv wirkenden Platte erklärten Dachtafel oder auf die zur Aussteifung des Systems zwar notwendigen und gleichwohl ganz unabhängig von der Konstruktion, ‚frei‘ also und nur hinzukommend angeordneten Wandscheiben zu verweisen, um damit klarzustellen, daß auch die Konstruktion als ein konstitutives, Architektur generierendes Moment im Falle des Barcelona-Pavillons durchaus nicht in Frage kommt (Abb. 19).

Es bleibt also die *venustas*, das figurierend formzeugende Prinzip des Entwerfens, das hier ganz selbstverständlich und wortlos am Werk war. Gegenüber allen gegenläufigen, zumal von ihr selbst vertretenen Behauptungen zu Konzept und System der Moderne ist eines ihrer Hauptbeispiele dennoch nahezu ausschließlich als ein Werk architektonischer Konfiguration und bildmäßiger Verdichtung baulicher Elemente zu fassen.

Literatur

- [1] Handbücher zur Modernen Architektur und ihrer Geschichte, in denen die Beispiele und Konzepte des hier Vorgetragenen unter verschiedenen Gesichtspunkten behandelt sind: Gropius, W.: Internationale Architektur, München 1925. Behne, A.: Der moderne Zweckbau, Berlin 1926. Platz, G.: Die Baukunst der neuesten Zeit, Berlin 1927. Giedion, S.: Bauen in Frankreich, Eisen, Eisenbeton, Leipzig 1928. Meyer, P.: Moderne Architektur und Tradition, Zürich 1928. Hitchcock, H.-R. und Johnson, Ph.: The International Style, Architecture since 1922, New York 1932 (dt.: Der internationale Stil, Braunschweig 1985). Sartoris, A.: Gli Elementi dell'architettura funzionale, Mailand 1935. Pevsner, N.: Pioneers of the Modern Movement from William Morris to Walter Gropius, London 1936 (New York 1946²; dt.: Wegbereiter moderner Formgebung, Von Morris bis Gropius, Hamburg 1957). Giedion, S.: Space, Time and Architecture, The growth of a new tradition, Cambridge (Mass.) 1941 (dt.: Raum, Zeit und Architektur, Ravensburg 1965). Behrendt, W.C.: Modern Building, Its nature, problems, and forms, New York 1937. Sartoris, A.: Introduzione alla architettura moderna, Mailand 1949. Zevi, B.: Storia dell'architettura moderna, Turin 1950 (1975³).

- Whitlick, A.: *European Architecture in the Twentieth Century*, 2 Bde., London 1950/1953. Hamlin, T.F.: *Forms and Functions of Twentieth-Century Architecture*, 4 Bde., New York 1952. Hitchcock, H.-R.: *Architecture, Nineteenth and Twentieth Centuries*, Harmondsworth 1958. Joedicke, J.: *Geschichte der modernen Architektur*, Stuttgart 1958. Banham, R.: *Theory and Design in the First Machine Age*, London 1960. Benevolo, L.: *Storia dell'architettura moderna*, 2 Bde., Bari 1960. Conrads, U.: *Programme und Manifeste zur Architektur des 20. Jahrhunderts*, Berlin 1964. Collins, P.: *Changing ideals in modern architecture, 1750–1950*, London 1965. Pevsner, N.: *The Sources of Modern Architecture and Design*, London 1968. Sharp, D.: *A Visual History of Twentieth-Century Architecture*, Norwich 1972. Huse, N.: *'Neues Bauen' 1918–1933*, München 1975. Dal Co, F. und Tafuri, M.: *Architettura contemporanea*, 2 Bde., Mailand 1975. Frampton, K.: *Modern Architecture, A critical history*, London 1980.
- [2] Giedion (1941, s. Anm. 1) läßt die „Entstehung einer neuen Tradition“ (Untertitel) historisch mit der neuen Raumkonzeption der konstruierten Zentralperspektive beginnen, mit der Frührenaissance also. Anders dagegen Hauser, A.: *Der Manierismus, Die Krise der Renaissance und der Ursprung der modernen Kunst*, München 1964.
 - [3] Gillot, H.: *La Querelle des Anciens et des Modernes en France*, Paris 1914 (Genf 1968). Kristeller, P.O.: *The Modern System of the Arts*, in: *Journal of the History of Ideas*, 12 (1951), S. 496–527, und 13 (1952), S. 17–46. Jauß, H.R.: *Ästhetische Normen und geschichtliche Reflexion in der ‚Querelle‘*, in: *Einleitung zur Neuauflage von Perrault, Ch.: Parallèle des Anciens et des Modernes...* (Paris 1688–1697), München 1964.
 - [4] Kaufmann, E.: *Von Ledoux bis Le Corbusier*, Leipzig 1933. Collins (1965, s. Anm. 1). Frampton (1980, s. Anm. 1). Rykwert, J.: *The First Moderns, The Architects of the Eighteenth Century*, Cambridge (Mass.)/London 1980.
 - [5] Rykwert (1980, s. Anm. 4).
 - [6] Rowe, C.: *Mannerism and Modern Architecture*, in: *The Architectural Review*, Mai 1950. Nicco Fasola, G.: *Storiografia del Manierismo*, in: *Scritti in onore di Leone Venturi*, Bd. 1, Rom 1956, S. 429 ff. Lotz, W.: *Mannerism in architecture, Changing aspects*, in: *Studies in Western Art, Acts of 20th International Congress of the History of Art*, New York 1961, Bd. 2, Princeton (N.Y.) 1963, S. 239 ff. Weise, G.: *Le Maniérisme: histoire d'une terme*, in: *L'information d'histoire de l'Art*, VII (1962), S. 113 ff. Battisti, E.: *L'antinascimento*, Mailand 1962. Shearman, J.: *Mannerism*, Harmondsworth 1967.
 - [7] ‚Konstanten‘ (oder, wie er auch sagt, ‚Invarianten‘) der Modernen Architektur hatte Bruno Zevi zu kodifizieren versucht: *Il linguaggio moderno dell'architettura*, Guida al codice anti-classico, Turin 1973. Erklärtermaßen, um *John Summersons The Classical Language of Architecture* (London 1964), einer Darstellung des neuzeitlichen Systems der ‚Ordnungen‘, „il suo naturale, indispensabile complemento“ entgegenzusetzen.
 - [8] Die ‚Moderne‘ beginnt dort mit der Renaissance und wird (bei aller Betonung des 15. und 16. Jahrhunderts) als einheitliche Entwicklung verstanden, die bis in das 18. Jahrhundert, ja bis in die Gegenwart (des 19. Jahrhunderts) zu verfolgen sei, etwa: Letarouilly, P.M.: *Notices historiques et critiques sur les édifices de Rome moderne*, 3 Bde., Paris 1868. Burckhardt, J.: *Die Baukunst der Renaissance in Italien*, Darmstadt 1955 (1867!). Durm, J.: *Die Baukunst der Renaissance in Italien*, Stuttgart 1903. Geymüller, H. Baron v.: *Die Baukunst der Renaissance in Frankreich*, 2 Bde., Stuttgart 1898 und 1901. Auch noch *Hauteceur, L.: Histoire de l'Architecture classique en France*, 7 Bde., Paris 1943–1957.
 - [9] Die kaum noch zu überblickende Literatur zur ‚Postmoderne‘ in der Architektur ist jetzt versuchsweise in einer – leider lückenhaften – Literatur-Auslese des Informationszentrums Raum und Bau der Fraunhofer-Gesellschaft (IRB, Nr. 1886, ed. Ulrike Stark, Stuttgart 1988) zusammengetragen worden. Aufschlußreich ist allein die Erscheinungs- und Titelsequenz einiger (dort nicht erfaßter) Bücher von Charles Jencks: *Modern Movements in Architecture* (Harmondsworth 1973); *The Language of Post-Modern Architecture* (New York/London

- 1977); Bizarre Architecture (London 1979); Post-Modern-Classicism (London 1980); What is Post-Modernism? (London/New York 1986).
- [10] Nicoletti, M.: L'architettura liberty in Italia, Bari 1978 (S. 251, Abb. 158).
- [11] Jencks, Ch.: Die Postmoderne, Der neue Klassizismus in Kunst und Architektur, Stuttgart 1987, S. 310 ff.
- [12] Erinnert sei an die berühmten Negativ-Beispiele, die *Le Corbusier* in der Buchveröffentlichung seiner *Esprit-Nouveaux*-Beiträge aller Welt vor Augen gehalten hatte („Des yeux qui ne voient pas...“, in: *Vers une architecture*, Paris 1923; Neuausgabe 1977, S. 98; dt.: *Kommende Baukunst*, 1926, S. 100).
- [13] Peter Behrens, Katalog von W. Weber, Pfalzgalerie Kaiserslautern 1966/67.
- [14] Müller-Wulckow, W.: Architektur der Zwanziger Jahre in Deutschland, Neu-Ausgabe 1975, Königstein/Taunus.
- [15] Literatur zu diesem Fragenkomplex ist noch nicht systematisch zusammengetragen worden. Wichtige Hinweise findet man in: Zevi, B.: *Saper vedere l'architettura*, Turin 1948, 1976¹¹. Norberg-Schulz, Chr.: *Intentions in architecture*, London 1963 (dt.: *Logik der Baukunst*, Berlin/Frankfurt/Wien 1965). Zevi, B.: *Architettura in nuce*, Florenz 1972. Bonta, J.P.: *Architecture and its interpretation, a study of expressive systems in architecture*, London 1979. Kruf, H.-W.: *Geschichte der Architekturtheorie, Von der Antike bis zur Gegenwart*, München 1985.
- [16] Vitruv, Zehn Bücher über Architektur, ed. C. Fensterbusch, Darmstadt 1964. Kruf (1985, s. Anm. 15), S. 20 ff.
- [17] Vitruv (s. Anm. 16), S. 44/45.
- [18] Kruf (1985, s. Anm. 15), S. 410 ff., dort die nötigen Literaturverweise. Menocal, N.G.: *Architecture as Nature, The Transcendentalist Idea of Louis H. Sullivan*, Madison (Wisc.)/London 1981.
- [19] Eine kritische Anthologie der hier entscheidenden Texte bleibt ein Desiderat. Einiges findet man in: *Tendenzen der Zwanziger Jahre* (15. Europäische Kunstausstellung), Berlin 1977, vor allem in Teil 2 (Von der futuristischen zur funktionellen Stadt – Planen und Bauen in Europa 1913–33). Ausdrücklich hinzuweisen ist auf die Theorie der französischen ‚Rationalisten‘ des 19. Jahrhunderts, vor allem Viollet-le-Duc.
- [20] *Tendenzen der Zwanziger Jahre* (1977, S. Anm. 19). Hilpert, Th.: *Die funktionelle Stadt, Le Corbusiers Stadtvision*, Braunschweig 1978.
- [21] Viollet-le-Duc, E.: *Entretiens sur l'architecture*, Paris 1863/1872/Atlas 1863, Tafel XXII (Nachdruck Brüssel 1977).
- [22] Viollet-le-Duc (1872, s. Anm. 21), S. 80 ff. Igot, Y.: *Gustave Eiffel*, Paris 1961.
- [23] Eiffel, G.A.: *La Tour de trois cents mètres*, Paris 1900.
- [24] Die drei Meter lange Zeichnung (heute im Museum of Modern Art, New York) war auf der „Großen Berliner Kunstausstellung“ 1923 gezeigt worden. Mies van der Rohe selbst hat sie in der Zeitschrift „G“ (Nr. 1, Juli 1923, S. 3), erläutert: „Jede ästhetische Spekulation, jede Doktrin und jeden Formalismus lehnen wir ab. Baukunst ist raumgefaßter Zeitwille. Lebendig. Wechselnd. Neu. Nicht das Gestern, nicht das Morgen, nur das Heute ist formbar. Nur dieses Bauen gestaltet. Gestaltet die Form aus dem Wesen der Aufgabe mit den Mitteln unserer Zeit. Das ist unsere Arbeit. – Bürohaus – Das Bürohaus ist ein Haus der Arbeit, der Organisation, der Klarheit, der Ökonomie. Helle weite Arbeitsräume, übersichtlich, ungeteilt, nur gegliedert wie der Organismus des Betriebes. Größter Effekt mit geringstem Aufwand an Mitteln. Die Materialien sind Beton, Eisen, Glas. Eisenbetonbauten sind ihrem Wesen nach Skelettbauten. Keine Teigwaren noch Panzertürme. Bei tragender Binderkonstruktion eine nichttragende Wand. Also Haut- und Knochenbauten. Die zweckmäßigste Einteilung der Arbeitsplätze war für die Raumtiefe maßgebend; die beträgt 16 m. Ein zweistieliger Rahmen von 8 m Spannweite mit beiderseitigen Konsolauskragungen von 4 m Länge wurde als das ökonomische Konstruktionsprinzip ermittelt. Die Binderentfernung beträgt 5 m. Dieses Bin-

- dersystem trägt die Deckenplatte, die, am Ende der Kragarme hochgewinkelt, Außenhaut wird und als Rückwand der Regale dient, die aus dem Rauminnern der Übersichtlichkeit wegen in die Außenwände verlegt wurden. Über den 2 m hohen Regalen liegt ein bis zur Decke reichendes durchlaufendes Fensterband. Berlin, Mai 1923“, s. *Neumeyer, F.*: Mies van der Rohe, Das kunstlose Wort, Gedanken zur Baukunst, Berlin (1986), S. 35, 38 ff. und 299 f. (dort auch ein Manuskript Mies van der Rohes, das weiterführende Erklärungen bietet). *Schulze, F.*: Mies van der Rohe, A critical Biographie, Chicago/London 1986 (dt.: M.v.d.R., Leben und Werk, Berlin 1986, S. 112 f.).
- [25] *Müller-Wulckow* (1975, s. Anm. 14) zeigt allerdings auf S. 92 des Teiles „Bauten der Arbeit und des Verkehrs“ ein Geschäftshaus von Hans Poelzig in Breslau, mit dem 1910 ‚Brüstungsbänder‘ realisiert waren, deren Anordnung und ‚Begründung‘ architekturgeschichtlich dem Mies-van-der-Rohe-Konzept entgegenzuhalten wären.
- [26] *Roth, A.*: Zwei Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret, Stuttgart 1927. *Le Corbusier et Pierre Jeanneret*: Oeuvre Complète 1910–1929, Zürich 1929, 1960, S. 128 f. *Le Corbusier, une encyclopédie*, Paris 1987, S. 92 ff.: „5 Points d’une Architecture nouvelle“, vor allem Anm. 5 (*Oechslin, W.*).
- [27] *Le Corbusier* (1929, s. Anm. 26), S. 128. Das System der „pilotis“ hatte im Werk Le Corbusiers seinen Vorläufer in den „Maisons Dom-ino“ aus dem Jahr 1914/15 (op. cit. S. 23 ff.).
- [28] Die konstitutive Bedeutung dieser Entwurfskategorien Le Corbusiers wird auch noch in dem späten – mittlerweile apologetischen – Versuch Zevis (1973, s. Anm. 7) deutlich, eine „Guida al codice anticlassico“ zu kompilieren.
- [29] *Architektur von Skidmore, Owings und Merrill, 1950–1962*, Stuttgart 1962, S. 22 ff.
- [30] Theorien ‚funktionaler‘ Begründung von Architektur gewinnen seit *Cordemoy* und *Lodoli* im frühen 18. Jahrhundert zunehmend an Einfluß; als eines von vielen Beispielen des 19. Jahrhunderts sei auf die Position des Amerikaners *Horatio Greenough* (1805–52) hingewiesen: „It is this: in art, as in nature, the soul, the purpose of a work will never fail to be proclaimed in that work in proportion to the subordination of the parts to the whole, of the whole to the function“ (in: *Relative and Independent Beauty*, ed. 1947, S. 121; zitiert nach *Kruft*, 1985, s. Anm. 15, S. 402). Entsprechende Zitate kennzeichnen um 1900 (etwa bei *Otto Wagner* oder *Hermann Muthesius*) den ‚Normalfall‘ theoretischer Beschäftigung mit Architektur.
- [31] *Semper, M.*: Theater (Handbuch der Achitektur, 4. Teil, 6. Halb-Band, 5. Hft), Stuttgart 1904, Tafel bei S. 486.
- [32] *Streit, A.*: Das Theater, Untersuchungen über das Theater-Bauwerk bei den klassischen und modernen Völkern, Wien 1903, S. 117 f., Fig. 41.
- [33] *Le Corbusier 1910–1929* (s. Anm. 26), S. 160 ff., vor allem S. 166.
- [34] Als wichtiges Dokument wäre der von *Oscar Newman* edierte Berichtband „CIAM ’59 in Otterlo“ (Stuttgart 1961) zu nennen. Im Vorwort etwa schrieb Jürgen Joedicke (1961): „Die heutige Situation in der Architektur ist durch heftige Kritik an den bisher als gültig angesehenen Prinzipien gekennzeichnet“.
- [35] Einer der Schlüsseltexte für diese Neuorientierung ist zweifellos *Robert Venturis* „Complexity and Contradiction in Architecture“ (The Museum of Modern Art Paper’s on Architecture, 1, New York 1966, dt.: Komplexität und Widerspruch in der Architektur, Braunschweig 1978).
- [36] *Jacobus, J.*; Philip Johnson, Ravensburg 1963 (New York 1962), S. 31 ff.: „Die sieben Krücken der Modernen Architektur“ („The Seven Crutches of Modern Architecture“, zuerst in: *Perspecta*, The Yale Architectural Journal, III, 1955, S. 40–44). Jetzt auch: *Johnson, Ph.*: Writings, New York 1979, S. 136–140.
- [37] Die Zitate nach *Jacobus* (1963, s. Anm. 36), S. 30 ff.
- [38] s. Anm. 34.
- [39] s. Anm. 35.
- [40] In den „Anmerkungen zur zweiten Auflage“ seines Buches (s. Anm. 35) erklärt *Robert Venturi* selbst, daß dort „Thesen über das Problem der Form in der Architektur“ formuliert worden seien.

[41] Zu erinnern ist hier an die ‚Rekonstruktion‘ des Hildesheimer Marktplatzes, die kurz vor dem Abschluß steht.

[42] The J. Paul Getty Museum, *Guide to the Villa and its Gardens*, Malibu (Cal.) 1988.

[43] *Jencks* (1987, s. Anm. 11), S. 287.

[44] *Bonta* (1979, s. Anm. 15), S. 131 ff. *Neumeyer* (1986, s. Anm. 24), S. 265: „...Repräsentationsbau, dessen Funktion es war, einen in sich selbst liegenden Sinn als Objekt zu veranschaulichen. Abgesehen von dem einmaligen Anlaß – der Eintragung des spanischen Königspaares in das Goldene Buch –, waren kaum konkrete Funktionen zu erfüllen, die seine ideale Existenz als platonisches Objekt hätten stören können.“ *Schulze* (1986, s. Anm. 24), S. 159 ff.

Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte

Im Berichtszeitraum erschien der Band

„Bernwardinische Kunst“

als Band 3 der Veröffentlichungsreihe der Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte bei der BWG.

Kommission für Technik und Umwelt

Der hohe Lebensstandard, den die Industrienationen dieser Erde in diesem Jahrhundert erreicht haben, ist ohne eine hochentwickelte Technik in Form von Maschinen, Fahrzeugen, Energieerzeugungsanlagen, Fabriken usw. überhaupt nicht denkbar. Ebenso ist es kaum vorstellbar, daß die rasch zunehmende Weltbevölkerung ernährt werden kann, wenn nicht in noch größerem Umfang technische Hilfsmittel aller Art den Menschen in allen Regionen dieser Welt zur Verfügung gestellt werden. Andererseits darf man aber auch nicht übersehen, daß die übermäßige und vor allem unkritische Nutzung der Technik zur Zerstörung der von Natur aus gegebenen Lebensräume beiträgt, so daß mit unseren technischen Möglichkeiten in zunehmenden Maße sorgfältiger umgegangen werden muß. Aus dieser Forderung leitet sich für die Naturwissenschaftler und Ingenieure unserer Zeit die Verpflichtung her, unsere technischen Hilfsmittel so umzugestalten, daß der Eingriff in die Umwelt auf ein Minimum reduziert werden kann. Die technischen Möglichkeiten dazu und ebenso das ingenieurmäßige Können sind gegeben; sie müssen nur genutzt werden. Allerdings ist dies eine Aufgabe, die den Einsatz aller verfügbaren Kräfte auf Jahrzehnte erfordert.

Die Braunschweigisch-Wissenschaftliche Gesellschaft ist sich dieser Verpflichtung bewußt und hat deshalb im Jahr 1986 die Kommission für „Technik und Umwelt“ gegründet, die einen Beitrag zur Lösung der oben geschilderten Probleme leisten soll. Man kann davon ausgehen, daß heute etwa mindestens jeder dritte Wissenschaftler der Ingenieurwissenschaften mit Themen zur Umwelttechnik beschäftigt ist. Ähnliche Zahlen sind auch für viele andere Wissenschaftsdisziplinen zu nennen. An der Technischen Universität Clausthal sind es beispielsweise 60 Hochschullehrer, die sich zu einem Forschungsverbund Umwelttechnik zusammengeschlossen haben. Zahlreiche Vortragsveranstaltungen wurden in der Zwischenzeit durchgeführt.

Es versteht sich von selbst, daß diese Kommission zunächst nur einen relativ bescheidenen Rahmen des fast unüberschaubaren Aufgabengebietes ausfüllen kann. Zahlreiche Diskussionen, die zwischen den Mitgliedern dieser Kommission und ande-

ren interessierten Wissenschaftlern geführt wurden, haben ergeben, daß sich diese Kommission zunächst mit einem Aufgabenfeld beschäftigen wird, das am ehesten mit dem Begriff des „integrierten Umweltschutzes“ umschrieben werden kann. Man versteht darunter die Entwicklung von neuen Maschinen, Apparaten, Anlagen sowie von ganzen Prozessen, die von Haus aus weitgehend umweltverträglich betrieben werden können. Die dann noch zusätzlich erforderlichen Schadstoffbeseitigungseinrichtungen können auf diese Weise erheblich reduziert werden. Die gleichzeitige Forderung nach hoher Wirtschaftlichkeit und ausreichender Umweltverträglichkeit ist auf diesem Wege am ehesten zu erfüllen. Auch Arbeiten zur Verminderung der spezifischen Energieverbräuche der verschiedensten Produktionsverfahren stehen im Vordergrund der Arbeiten der Kommission, da die Höhe der Umweltbelastung nicht zuletzt auch vom Energieverbrauch unserer Gesellschaft, z.B. eines Landes, usw. abhängt. Die Kommission wird bemüht sein, in unregelmäßigen Abständen zu Teilaspekten ihrer Arbeit Stellung zu nehmen.

Öffentliche Veranstaltungen

Im Rahmen der die Feierliche Jahresversammlung begleitenden öffentlichen wissenschaftlichen Vortragstagung wurden am 24. 6. 1988 die drei folgenden Vorträge gehalten:

Wärmeübertragungsprobleme bei Belagbildung in verfahrenstechnischen Apparaten

Von **Matthias Bohnet**, Technische Universität Braunschweig

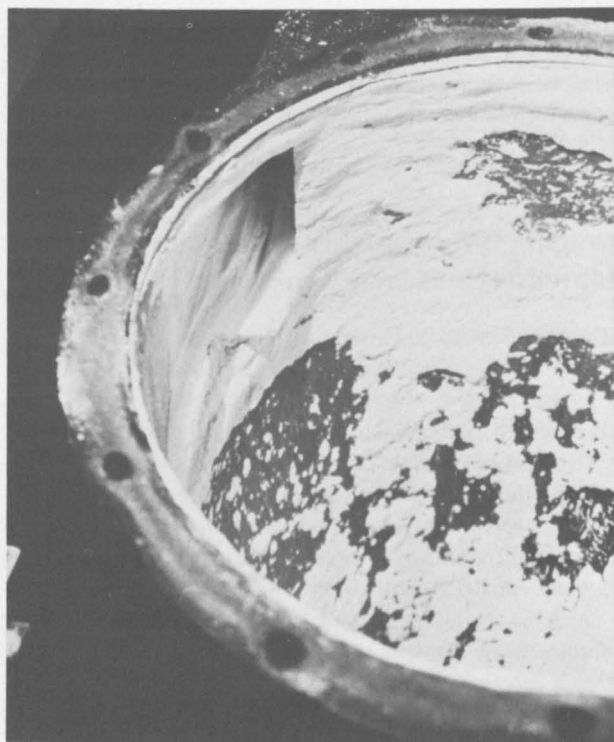
Die Verfahrenstechnik befaßt sich als Ingenieursdisziplin mit der Stoffwandlung, also mit der Veränderung von Stoffeigenschaften. Damit Stoffwandlungsprozesse stattfinden können, muß man den Stoffsystemen Energie zuführen. Der Stoffwandlungsprozeß kann dabei eine chemische Reaktion sein, bei der Wärme verbraucht oder frei wird. Es kann sich aber auch um eine Trennung von Komponenten durch Wärmezufuhr handeln, wie wir sie beispielsweise von der Rektifikation kennen. Aber auch eine Stoffwandlung durch Zuführen mechanischer Energie ist möglich, wie beim Zerkleinern von Feststoffen. Alle verfahrenstechnischen Apparate und die meisten verfahrenstechnischen Maschinen sind dadurch gekennzeichnet, daß sich in ihnen mehrphasige Stoffsysteme befinden, die sich aus Flüssigkeiten, Gasen und Feststoffen zusammensetzen. Dabei handelt es sich meistens um zwei- oder dreiphasige Systeme.

Belagbildung an den Wänden der Apparate oder Maschinen hat ganz unterschiedliche Ursachen. Sind beispielsweise in einer Gasströmung Feststoffpartikel enthalten, so kann es zu Feststoffansätzen an den Apparatewänden kommen. Abb. 1 zeigt Ansatzbildung in einem Zyklonabscheider, der zum Abtrennen sehr feiner Feststoffpartikel aus einem Gasstrom eingesetzt wurde. Schuld an den Ansätzen sind Haftkräfte zwischen den feinen Partikeln und der Wand, die so groß sind, daß sie von den Strömungskräften nicht überwunden werden können.

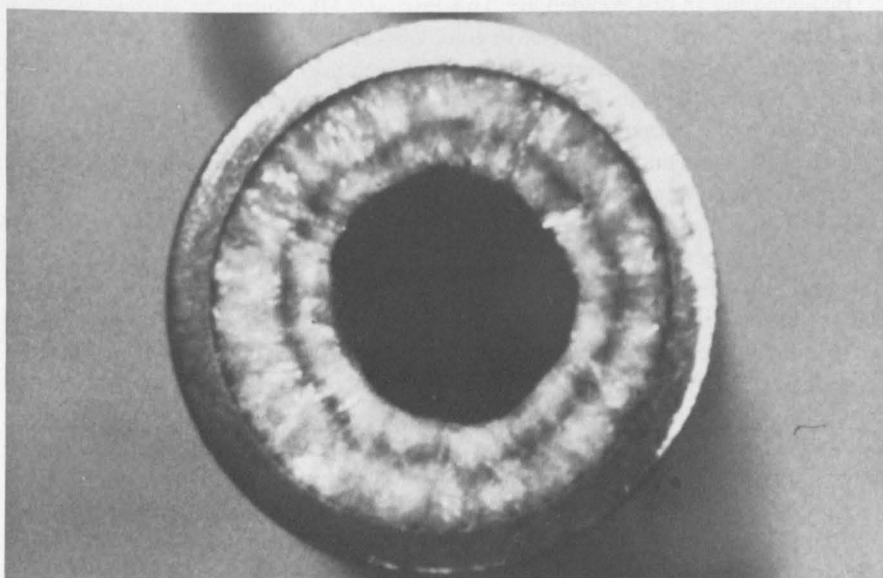
Ein anderes Beispiel: In Braunschweig sind wir in der glücklichen Lage, Wasser aus dem Harz zu haben, das praktisch keine Härtebildner – z.B. Calciumcarbonat oder Calciumsulfat – enthält. Aber in vielen anderen Landstrichen kennt man das Problem, daß sich in Wassertöpfen Kalkbeläge bilden, Wasserleitungen durch Kalkbelag zuwachsen, Heizstäbe von Waschmaschinen und Geschirrspülern durch Kalkablagerungen zerstört werden. Welche Querschnittsveränderungen durch Ablagerungen in Wasserleitungen auftreten können, verdeutlicht Abb. 2.

Aber auch im menschlichen Körper kann eine unerwünschte Belagbildung auftreten. Abb. 3 gibt einen Eindruck von der Gefäßverengung bei Arteriosklerose.

Als ein Beispiel soll hier die Belagbildung durch Auskristallisieren von Feststoffen bei Unterschreiten der Löslichkeit infolge Temperaturänderung in der Flüssigkeit behandelt werden. Abb. 4 zeigt den Temperaturverlauf durch eine feste Wand in eine



*Abb. 1:
Feststoffablagerungen
in einem Zyklonabscheider*



*Abb. 2:
Belagbildung durch
Härtebildner in einem
Wasserleitungsrohr*

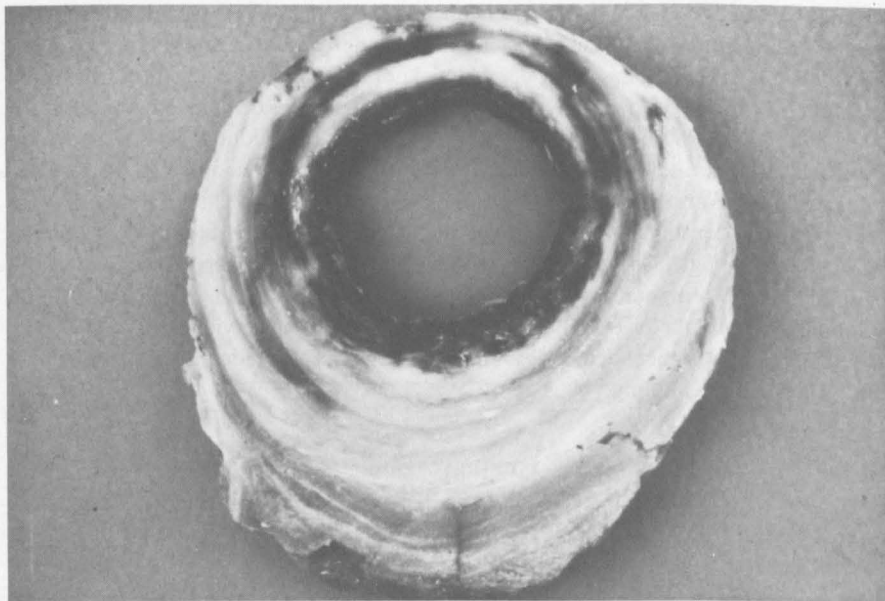


Abb. 3:

Gefäßverengung bei Arteriosklerose. (Die Abbildung wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. Gerhard Seifert, Institut für Pathologie der Universität Hamburg, zur Verfügung gestellt.)

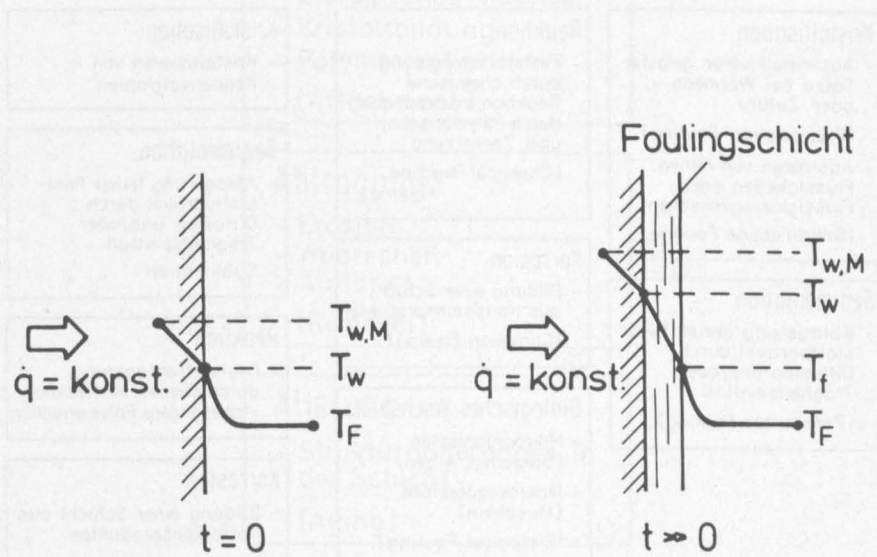


Abb. 4:

Temperaturverlauf bei sauberer (links) und verschmutzter (rechts) Wärmeaustauscherfläche

strömende Flüssigkeit. Durch die Wärmeaustauscherwand soll ein bestimmter Wärmestrom übertragen werden. Man beobachtet, daß in der Wand ein Temperaturabfall eintritt, der sich in der Grenzschicht der Flüssigkeitsströmung fortsetzt. Im turbulenten Strömungskern stellt sich eine konstante Flüssigkeitstemperatur ein. Beginnt nun auf einer Seite dieser wärmeaustauschenden Wand eine Belagbildung – häufig auch als Fouling bezeichnet – so hat dies Konsequenzen. Kann auf der Flüssigkeitsseite nur eine bestimmte Wärmemenge abtransportiert werden, so entspricht die Temperatur an der Oberfläche der sogenannten Foulingschicht genau der Temperatur an der sauberen Wärmeübertragungsfläche. Innerhalb der Foulingschicht steigt wegen ihrer schlechten Leitfähigkeit die Temperatur stark an und ist an der Wärmeaustauscherfläche deutlich höher als bei sauberer Wärmeübertragungsfläche. Dies führt in vielen Fällen zu Überhitzung und damit zu Schäden. Das Durchbrennen von Heizstäben ist häufig die Folge einer solchen Belagbildung.

Foulingvorgang

Beim Fouling unterscheidet man verschiedene Mechanismen, die in Abb.5 beschrieben sind. Die Abbildung gibt die wichtigsten Einflüsse wieder, erhebt aber keinen

FOULING - MECHANISMEN

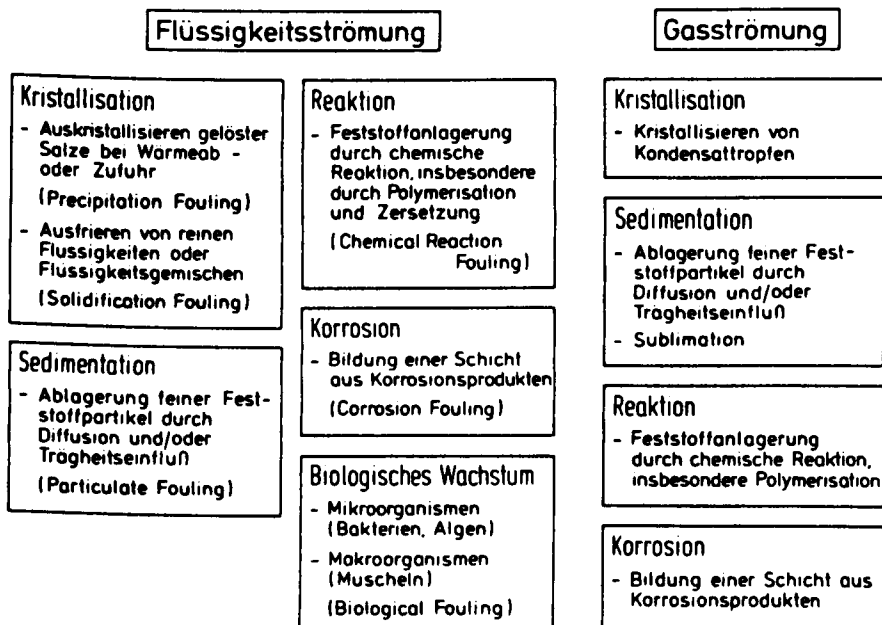


Abb. 5:
Verschiedene Mechanismen beim Fouling

FOULING-PHASEN

Einleitung

- Induktion
- Keimbildung
- Oberflächenveränderung
(Initiation)

Transport

- Diffusion
- Sedimentation
(Transport)

Ablagerung

- Haften
- Kleben/Sintern
- Biologisches Wachsen
- Kristallbildung
- Polymerisation
(Attachment)

Abtragung

- Erosion
- Abbrechen
- Auflösen
(Removal)

Alterung

- Strukturänderungen in
der Schicht
(Aging)

Abb. 6:
Die fünf wichtigsten Phasen des Foulings

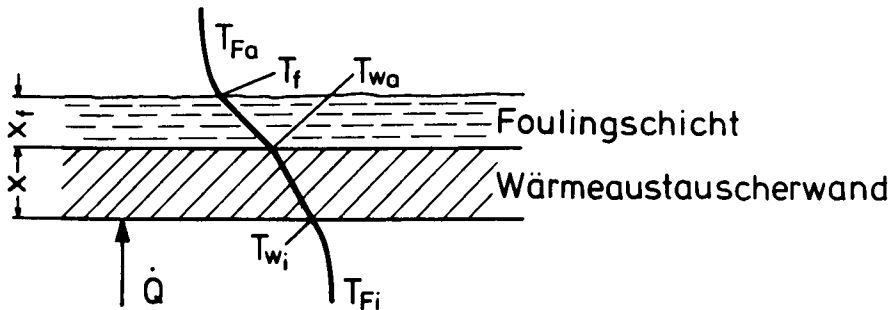


Abb. 7:

Temperaturverlauf in einer verschmutzten Wärmeaustauscherwand

Anspruch auf Vollständigkeit. In diesem Beitrag wird nur das Fouling aus Flüssigkeitsströmungen behandelt und dabei auch nur die Kristallisation. Die Hinweise auf die anderen Foulingmechanismen und auch der Hinweis auf die Gasströmung soll deutlich machen, daß es eine Vielzahl von Problemen gibt. Das Fouling selbst läuft in verschiedenen Phasen ab. Die fünf wichtigsten sind in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 7 zeigt eine verschmutzte Wärmeübertragungsfläche. Ist diese eben, so gilt für den übertragenen Wärmestrom:

$$\begin{aligned}\dot{Q} &= A \cdot \alpha_i (T_{Fi} - T_{wi}) = A \frac{\lambda}{x} (T_{wi} - T_{wa}) = A \frac{\lambda_f}{x_f} (T_{wa} - T_f) = A \alpha_a (T_f - T_{Fa}) \\ &= A \cdot k_f (T_{Fi} - T_{Fa}).\end{aligned}\quad (1)$$

Aus Gl. (1) folgt definitionsgemäß für den Wärmedurchgangswiderstand der sauberen Fläche:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{x}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (2)$$

und für den Wärmedurchgangswiderstand der verschmutzten Fläche:

$$\frac{1}{k_f} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{x}{\lambda} + \frac{x_f}{\lambda_f} + \frac{1}{\alpha_a}. \quad (3)$$

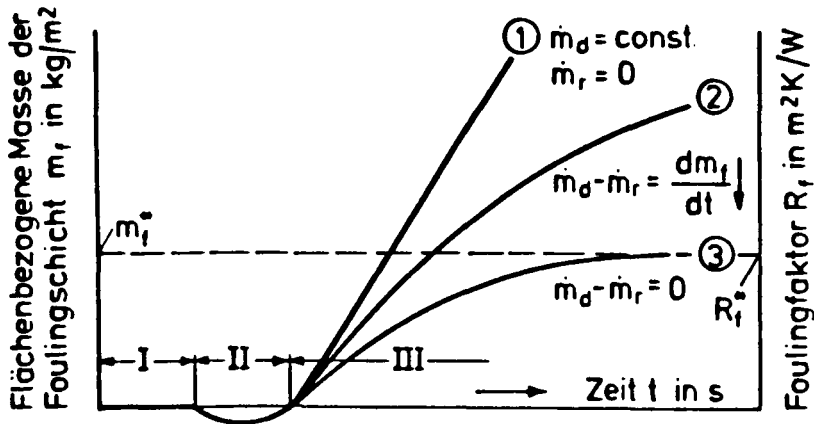
Der sogenannte Foulingfaktor ergibt sich damit zu:

$$R_f = \frac{1}{k_f} - \frac{1}{k_0} = \frac{x_f}{\lambda_f}. \quad (4)$$

Für den pro Flächeneinheit in der Foulingschicht abgelagerten Feststoff findet man unter Beachtung von Gl. (4):

$$m_f = q_f \cdot x_f = q_f \lambda_f R_f. \quad (5)$$

In der überwiegenden Zahl der Fälle wird der Ablagerungsvorgang von einem Abtragungsvorgang begleitet. Für den Feststoffzuwachs der Foulingschicht gilt dann:



I Induktion

II Übergang

III Fouling

① Zuwachs ist konstant

② Zuwachs nimmt mit der Zeit ab

③ Zuwachs nimmt mit der Zeit ab
und geht gegen NullAbb. 8:
Foulingkurven

$$\frac{dm_f}{dt} = \dot{m}_d - \dot{m}_r, \quad (6)$$

wobei in Anlehnung an das angelsächsische Schrifttum der Index d (deposit) für Ablagerung und der Index r (removal) für Abtragung benutzt wird.

Abb. 8 zeigt unterschiedliche Foulingkurven, wobei sich 3 Fälle unterscheiden lassen:

- linearer Zuwachs der flächenbezogenen Masse der Foulingsschicht und damit auch des Foulingfaktors mit der Zeit. Es findet kein Feststoffabtrag statt (Kurve 1),
- Verlangsamung des Feststoffzuwachses mit zunehmender Schichtdicke, ohne daß die Foulingkurve einem Endwert zustrebt (Kurve 2),
- der pro Zeit- und Flächeneinheit abgetragene Feststoff entspricht nach einer gewissen Zeit dem abgelagerten Feststoff. Die flächenbezogene Masse der Foulingsschicht und damit auch der Foulingfaktor erreichen Grenzwerte (m_f^* bzw. R_f^*) (Kurve 3).

Bezüglich des zeitlichen Ablaufs des Foulingvorgangs sind unterschiedliche Fälle zu beobachten. Definiert man 3 Zeitabschnitte, die mit

I Induktion

II Übergang

III Fouling

bezeichnet werden, so ist zunächst zu beachten, daß die Zeitabschnitte I und/oder II auftreten können, aber nicht auftreten müssen.

Der in Abb. 8 im Übergangsbereich II eingezeichnete Kurvenverlauf mit negativen Werten für den Foulingfaktor kennzeichnet eine Verbesserung des Wärmedurchgangs gegenüber der sauberen Fläche. Diese kann beispielsweise durch eine Rauigkeits-erhöhung bei beginnender Feststoffablagerung bedingt sein. Technisch ist dieser Bereich bedeutungslos.

Physikalische Beschreibung des Foulingvorgangs

Beim Fouling durch Kristallisation findet eine Verkrustung der Wärmeaustauscherfläche statt. An der Phasengrenze Flüssigkeit/Foulingschicht herrscht, wie Abb. 9 zeigt, Übersättigung. Zwischen Kristall und Lösung befindet sich eine Strömungsgrenzschicht, durch die der Stofftransport durch Diffusion erfolgt.

Hierfür gilt:

$$\left(\frac{dm_f}{dt}\right)_d = \beta(c_F - c_f). \quad (7)$$

Der Einbau der Gitterbausteine erfolgt in Form einer Grenzflächenreaktion, für die gilt [1]:

$$\left(\frac{dm_f}{dt}\right) = k_R(c_f - c_s)^n. \quad (8)$$

n bezeichnet die Reaktionsordnung, die für technisch wichtige Fälle zwischen 1 und 2 liegt. Eliminiert man die experimentell nur schwer bestimmbare Konzentration c_f an

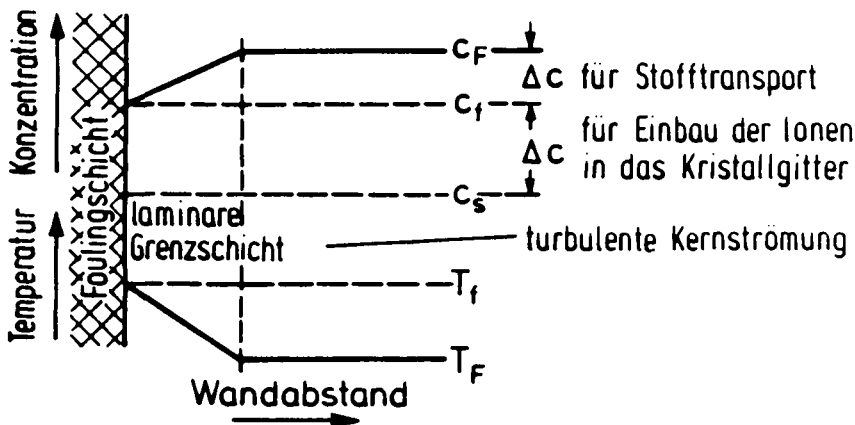


Abb. 9:
Konzentrations- und Temperaturverlauf in der Nähe der Foulingschicht
(Fouling durch Kristallisation)

der Phasengrenzfläche, so folgt aus den Gl. (7) und (8) für die zeitliche Änderung der Feststoffmasse der Foulingschicht bei Ablagerung:

$$\left[\frac{1}{k_R} \left(\frac{dm_f}{dt} \right)_d \right]^{1/n} + \frac{1}{\beta} \left(\frac{dm_f}{dt} \right)_d - (c_F - c_s) = 0. \quad (9)$$

Ist die Einbaureaktion von 1. Ordnung, so wird:

$$\left(\frac{dm_f}{dt} \right)_d = \dot{m}_d = \frac{1}{\frac{1}{k_R} + \frac{1}{\beta}} (c_F - c_s). \quad (10)$$

Für eine Einbaureaktion 2. Ordnung ergibt sich:

$$\left(\frac{dm_f}{dt} \right)_d = \dot{m}_d = \beta \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\beta}{k_R} \right) + (c_F - c_s) - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\beta}{k_R} \right)^2 + \left(\frac{\beta}{k_R} \right) (c_F - c_s)} \right\}. \quad (11)$$

Hierbei ist zu beachten, daß die Dimension der Geschwindigkeitskonstante k_R von der Reaktionsordnung abhängt.

Die Beziehungen (10) und (11) sagen ein unbegrenztes Wachstum der Foulingschicht voraus. Unter technischen Bedingungen ist jedoch davon auszugehen, daß die aus Kristallen gebildete Foulingschicht sehr inhomogen ist. Solche Inhomogenitäten können beispielsweise durch Fremdkörpereinschluß bedingt sein. Darüber hinaus können infolge Temperaturabfalls in der Foulingschicht Wärmespannungen auftreten, die zu einer Festigkeitsverminderung in der Schicht führen. Für die Scherfestigkeit der Schicht, die ja beim Abtrag von der an der Schichtoberfläche angreifenden Schubspannung überwunden werden muß, wird folgender Ansatz gemacht:

$$\sigma_f = K_1 \frac{P}{N x_f (1 + \delta \Delta T) d_p}. \quad (12)$$

ΔT bezeichnet hierüber den Temperaturabfall in der Foulingschicht, δ den linearen Ausdehnungskoeffizienten und d_p den Kristalldurchmesser. P beschreibt die interkristallinen Haftkräfte und N die Anzahl der Fehlstellen in der Foulingschicht. Für den Feststoffabtrag aus der Schicht soll dann gelten:

$$\left(\frac{dm_f}{dt} \right)_r = K_2 \frac{\tau_f}{\sigma_f} Q_f \left(\frac{\eta g}{\varrho} \right)^{1/3}. \quad (13)$$

Diese Beziehung sagt aus, daß die Abtragung proportional der an der Foulingschicht angreifenden Schubspannung und umgekehrt proportional der Scherfestigkeit der Foulingschicht ist. Für die an der Oberfläche der Foulingschicht angreifende Schubspannung wird gesetzt:

$$\tau_f \sim \varrho w^2, \quad (14)$$

womit folgt:

$$\left(\frac{dm_f}{dt}\right)_r = \dot{m}_r = \frac{K_3}{P} \varrho_f (1 + \delta \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} x_f w^2, \quad (15)$$

wobei die Anzahl der Fehlstellen N in die Konstante K_3 übernommen wurde.

Für den Fall, daß eine Einbaureaktion 1. Ordnung vorliegt, läßt sich mit den Gl. (10) und (15) der Zuwachs an Feststoff in der Foulingschicht berechnen.

Mit

$$\frac{dm_f}{dt} = \dot{m}_d - \dot{m}_r \quad (16)$$

und Einführen des Foulingfaktors entsprechend Gl. (4) folgt:

$$\frac{dR_f}{dt} = \frac{c_F - c_s}{\varrho_f \lambda_f \left(\frac{1}{k_R} + \frac{1}{\beta} \right)} - \frac{K_3}{P} (1 + \delta \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} w^2 R_f. \quad (17)$$

Die Integration dieser Beziehung liefert unter Berücksichtigung der Randbedingung, daß bei $t = 0$ auch $R_f = 0$ sein muß:

$$R_f = \frac{(c_F - c_s) P}{\varrho_f \lambda_f \left(\frac{1}{k_R} + \frac{1}{\beta} \right) K_3 (1 + \sigma \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} w^2} \cdot \left\{ 1 - e^{-\frac{K_3}{P} (1 + \delta \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} w^2 t} \right\}. \quad (18)$$

Für den asymptotischen Endwert des Foulingfaktors bei $t \rightarrow \infty$ folgt:

$$R_f^* = \frac{(c_F - c_s) P}{\varrho_f \lambda_f \left(\frac{1}{k_R} + \frac{1}{\beta} \right) K_3 (1 + \sigma \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} w^2}. \quad (19)$$

Für die zeitliche Zunahme des Foulingfaktors bis zum Erreichen des asymptotischen Endwertes erhält man:

$$\frac{R_f}{R_f^*} = 1 - e^{-\frac{K_3}{P} (1 + \delta \Delta T) d_p (\varrho^2 \eta g)^{1/3} w^2 t}. \quad (20)$$

Aus Gl. (20) folgt als wichtige Erkenntnis, daß der Endwert des Foulingfaktors um so schneller erreicht wird, je größer

- die Strömungsgeschwindigkeit
- die Kristallgröße
- der lineare Ausdehnungskoeffizient
- der Temperaturabfall in der Schicht ist und
- je kleiner die interkristallinen Haftkräfte sind.

Es sei darauf verwiesen, daß entsprechende Beziehungen zur Bestimmung des Foulingfaktors bei Einbaureaktionen 2. Ordnung und bei Feststoffsedimentation aus Flüssigkeiten von BOHNET [2] und KRAUSE [3] veröffentlicht wurden.

Experimentelle Untersuchungen

Kernstück der Versuchsanlage des Instituts für Verfahrens- und Kerntechnik der Technischen Universität Braunschweig sind zwei Meßstrecken, die als Doppelrohr ausgebildet sind. Die Wärmeaustauscherflächen der beiden Meßstrecken werden elektrisch beheizt, so daß sie bei konstanter Heizleistung betrieben werden können. Die Heizleistung bleibt auch dann konstant, wenn der Wärmedurchgang infolge Fouling schlechter wird. Das Schema der Versuchsanlage ist in Abb. 10 dargestellt. Die eigentliche Meßstrecke zeigt Abb. 11. Sie besteht aus einem elektrischen Hochleistungsheizstab, der aus 3 Mantelheizleitern mit Durchmessern von 2,3 mm besteht, die auf einen

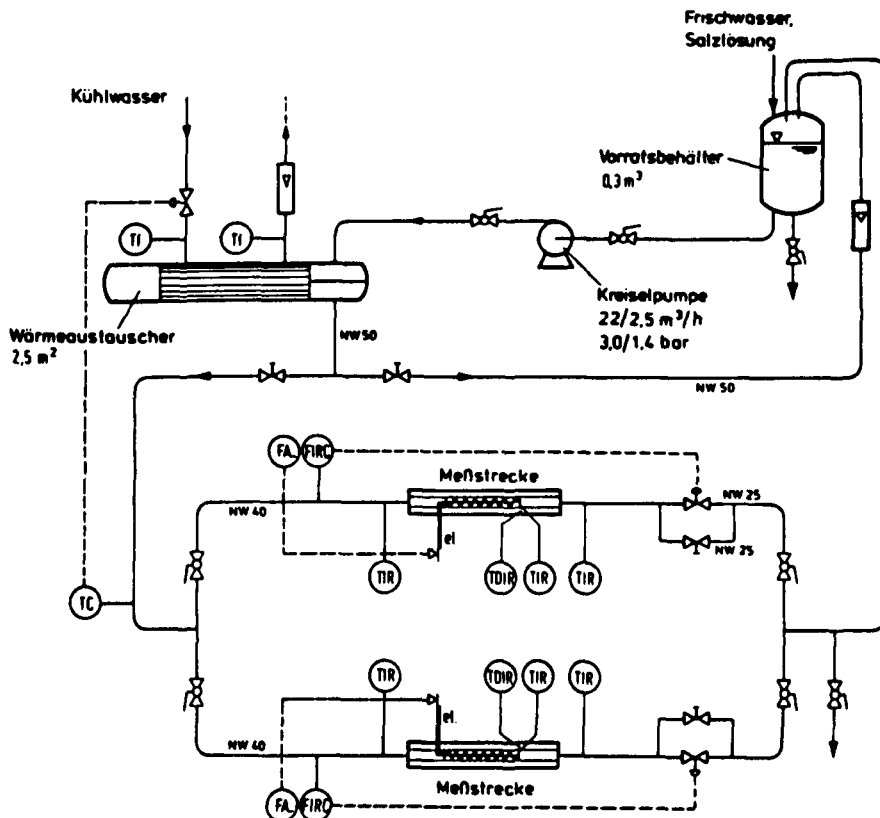


Abb. 10:
Versuchsanlage zur Untersuchung der Verkrustung und Verschmutzung
von Wärmeaustauscherflächen bei Flüssigkeitsströmungen

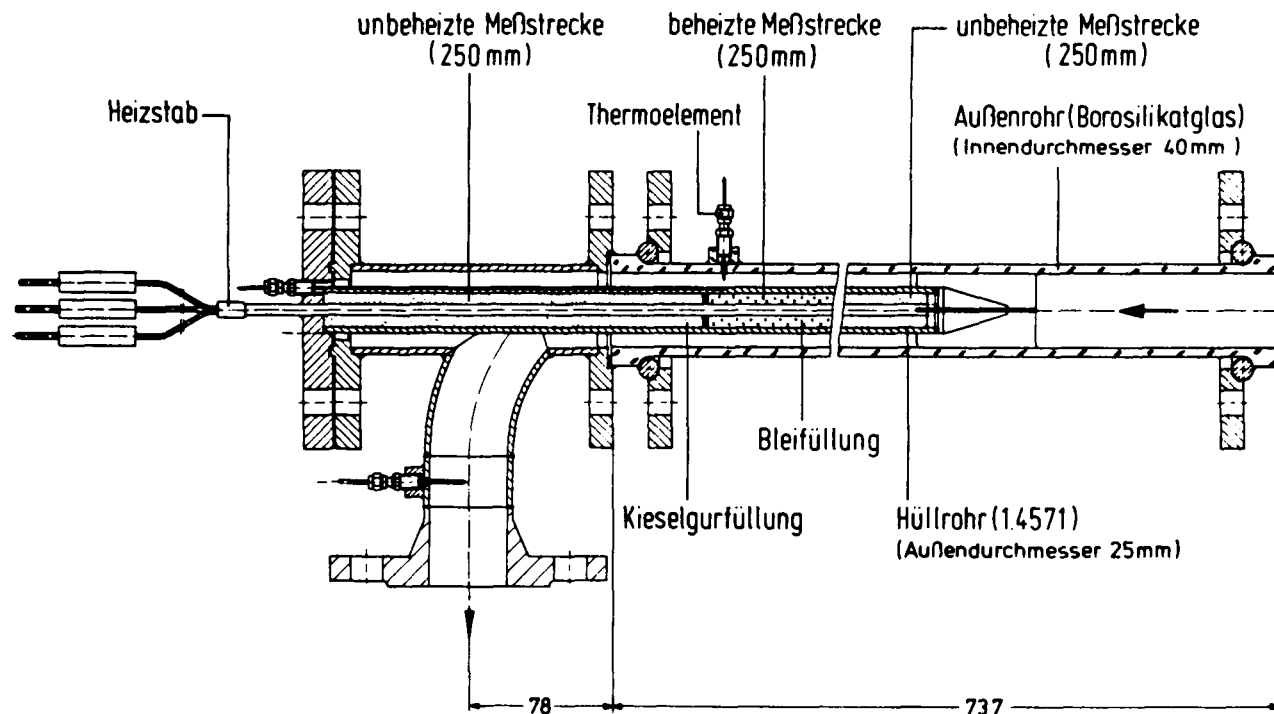


Abb. II:
Meßstrecke der Versuchsanlage

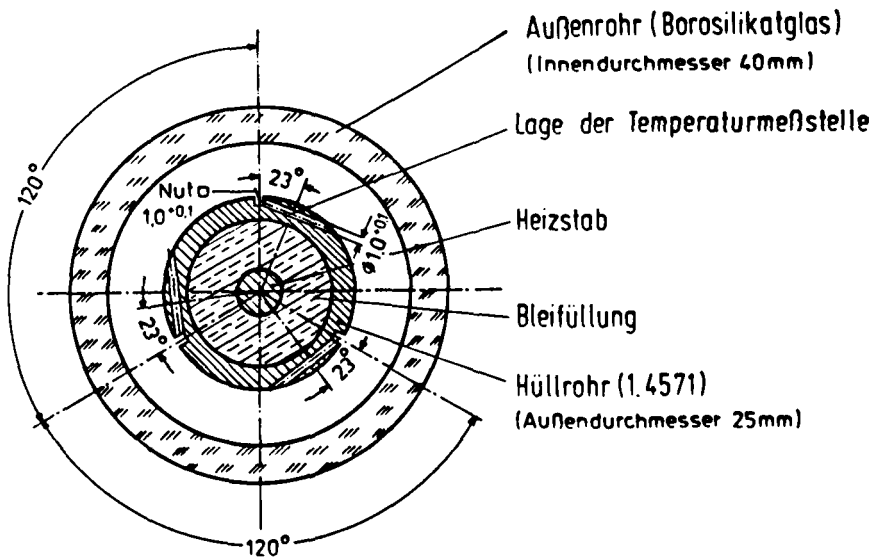


Abb. 12:

Anordnung der Thermoelemente an der Heizrohroberfläche

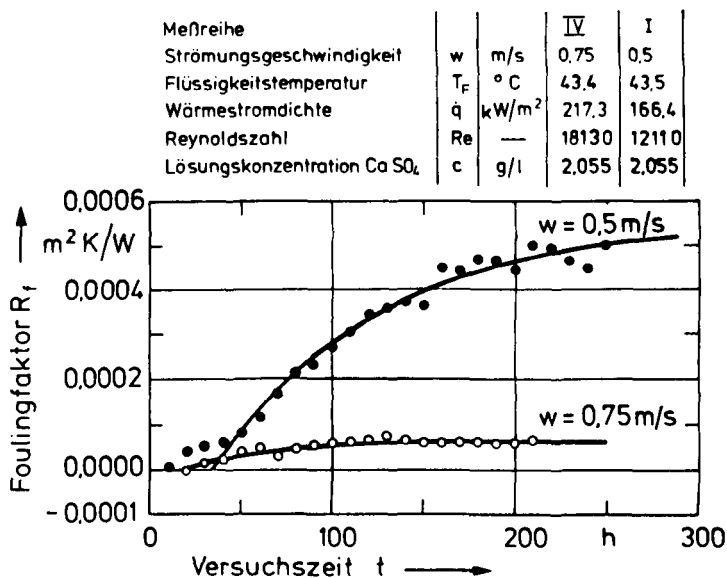


Abb. 13:

Foulingkurven für unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten

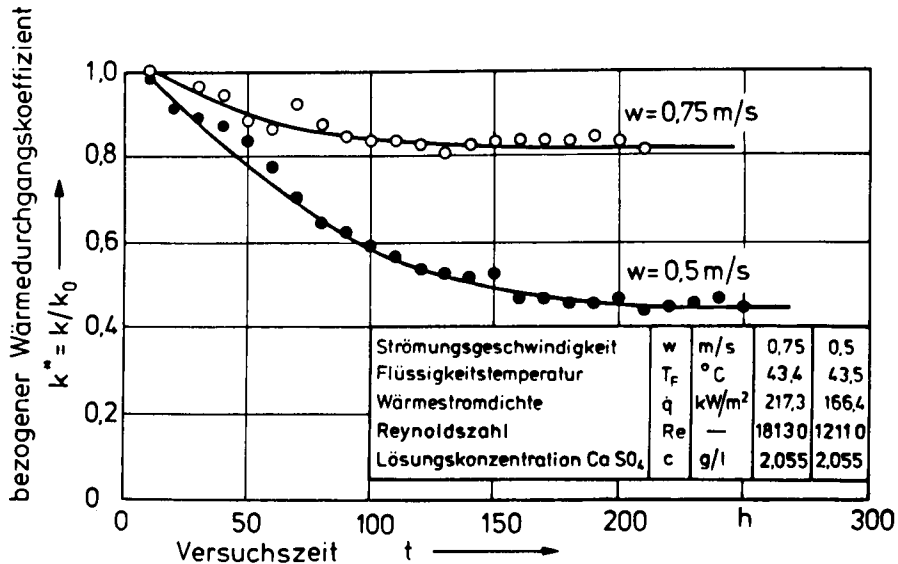


Abb. 14:

Abnahme des Wärmedurchgangskoeffizienten mit der Zeit bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten (Meßpunkte entsprechend Abb. 13)

Kupferkern gewickelt und von außen mit einem geschmiedeten Stahlmantel aus einer NiCr-Legierung umschlossen sind. Die maximale Heizleistung beträgt 8 kW. Der Hochleistungsheizstab selbst ist in ein Hüllrohr aus nichtrostendem Stahl mit einem Außendurchmesser von 25 mm zentriert eingebaut. Zur Messung der Oberflächentemperaturen sind, wie Abb. 12 zeigt, Mantelthermoelemente mit 1 mm Durchmesser in 1,1 mm breite Nuten eingelegt. Die Thermoelemente sind am Ende der beheizten Strecke in tangentielle Bohrungen von 1,1 mm Durchmesser eingelötet.

Bei den Kristallisationsversuchen wurde zunächst der Wärmedurchgangswiderstand bei sauberer Wärmeaustauscherfläche bestimmt. Danach wurde die Anlage mit wäßrigen CaSO₄-Lösungen betrieben, wobei die Lösung immer Sättigungskonzentration hatte. Beispielhaft zeigt Abb. 13 gemessene Foulingkurven für unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten. Um den starken Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf das Foulingverhalten deutlich zu machen, wurde in Abb. 14 für diese Meßreihen der bezogene Wärmedurchgangskoeffizient k_f/k_0 in Abhängigkeit von der Versuchszeit t aufgetragen.

Der Ausgleich der Meßwerte erfolgte mit statistischen Methoden. Die Foulingkurven wurden dabei durch eine Gleichung der Form

$$R_f = R_f^* \left(1 - e^{-\frac{t-t_A}{\theta}} \right) \quad (21)$$

beschrieben und die Parameter R_f^* , t_A und θ mit Hilfe nicht linearer Regression bestimmt.

Vergleich berechneter mit gemessenen Endwerten des Foulingfaktors

Um zu prüfen, inwieweit Gl. 19 gemessene asymptotische Endwerte des Foulingfaktors schreibt wurden berechnete Werte von R_f^* mit gemessenen verglichen. Über die Porosität der CaSO_4 -Krusten läßt sich die Dichte der Krustenschicht und die Wärmeleitfähigkeit berechnen. Die mittlere Kristallgröße in der Foulingschicht wurde mikroskopisch bestimmt, der lineare Ausdehnungskoeffizient aus Literaturangaben abgeschätzt. Für die Bestimmung des Stoffübergangskoeffizienten β und der Geschwindigkeitskonstanten der Reaktion k_R wurden Beziehungen aus der Literatur verwandt. Die einzige Größe, über die es keinerlei Aussagen gibt, ist die interkristalline Haftkraft P . Faßt man die Haftkraft P und die Konstante K_3 aus Gl. 19 zu einem Haftfaktor zusammen, so läßt sich dieser Haftfaktor in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit aus den experimentellen Ergebnissen bestimmen. Abb. 15 zeigt einen Vergleich berechneter Endwerte R_f^* des Foulingfaktors mit gemessenen Werten. Berücksichtigt man die Komplexität des Foulingvorgangs und die Tatsache, daß sicherlich noch nicht alle Einflußgrößen in die Überlegungen einbezogen werden konnten, so ist die Übereinstimmung des experimentell gefundenen Sachverhalts mit den theoretischen Ansätzen recht zufriedenstellend.

Abb. 16 zeigt eine Krustenschicht an der Wärmeaustauscherfläche unserer Versuchsanlage. In Abb. 17, die eine REM-Aufnahme einer Calciumsulfatkrustenschicht zeigt, sind die nadelförmigen Sulfatkristalle deutlich zu erkennen. Sieht man sich den Quer-

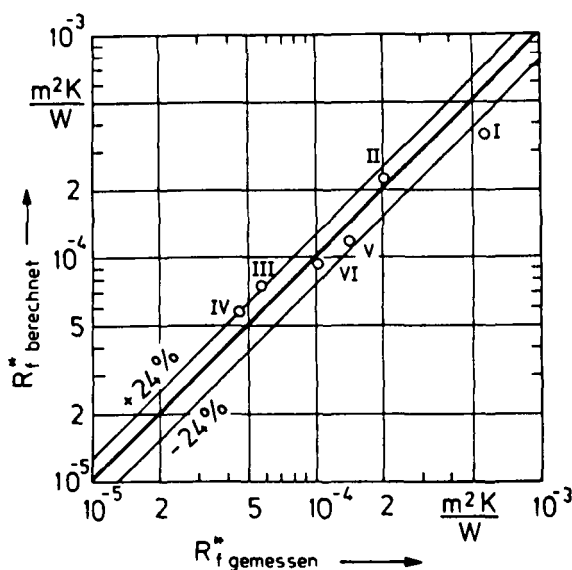


Abb. 15:
Vergleich gemessener mit berechneten Endwerten des Foulingfaktors



Abb. 16:
Krustenschicht am Wärmeaustauscherrohr

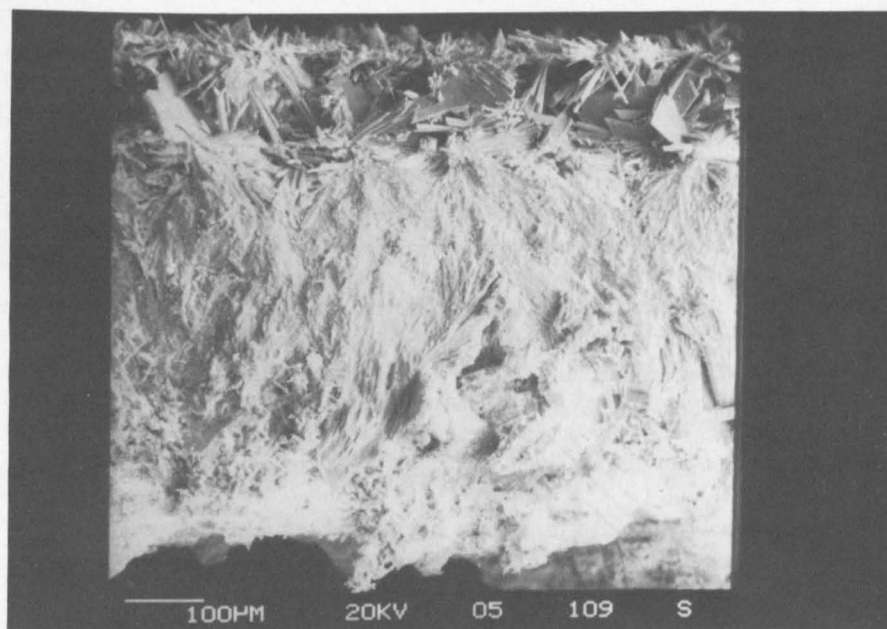


Abb. 17:
REM-Aufnahme einer Krustenschicht

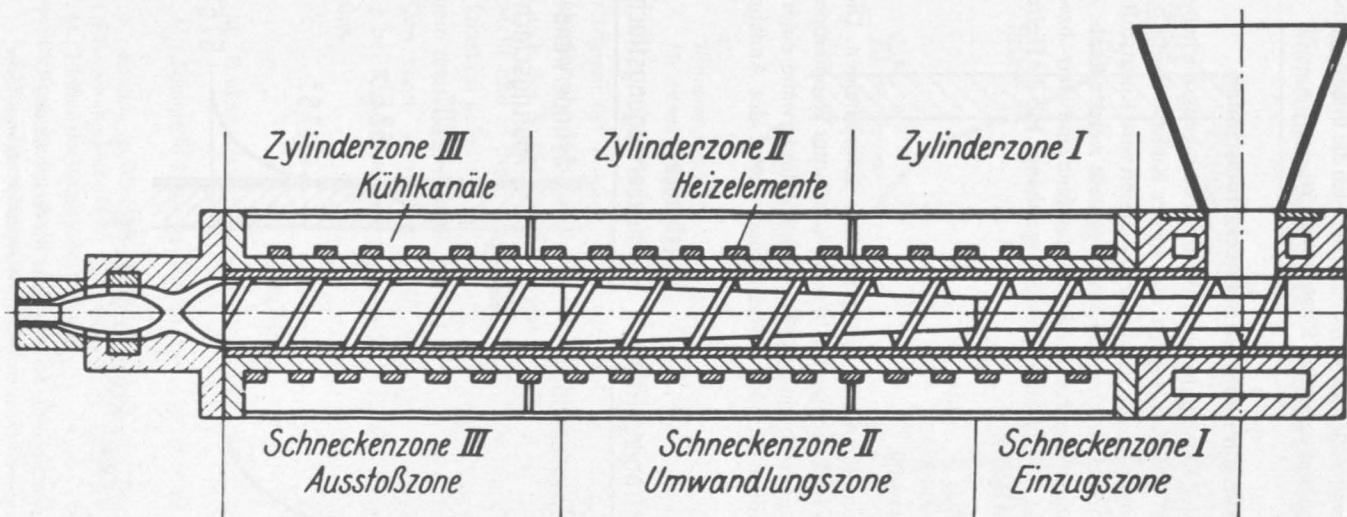


Abb. 18:
Heiz- und Kühlzonen einer Schneckenmaschine

schnitt einer solchen Kruste näher an, so fällt auf, daß sich die unteren Kristallschichten offensichtlich verfestigen und dabei ihre Struktur ändern.

Wärmeübergang bei Schneckenmaschinen

Die Auswirkungen der Belagbildung auf Wärmeübertragungsflächen soll abschließend an einem Beispiel erläutert werden, das in der Kunststoffverarbeitung große Bedeutung hat [4]. In sogenannten Schneckenmaschinen wird Kunststoffgranulat aufgeschmolzen, damit es in entsprechende Formen gepreßt werden kann. Abb. 18 zeigt das Schema einer Einschneckenpresse. An der Maschine sind Heiz- bzw. Kühlzonen angeordnet, deren Länge von der Aufgabenstellung abhängt. Für die Heizung kommen verschiedene Systeme in Betracht:

1. Dampfheizung
2. Flüssigkeitsheizung
3. Elektrische Heizung.

Je nach Beheizungssystem kann man zwei Grenzfälle unterscheiden. Die Beheizung erfolgt bei konstanter Wärmestromdichte bzw. bei konstanter Wandtemperatur.

Die Auswirkungen einer Foulingschicht auf der Zylinderwand einer Schneckenpresse lassen sich an einem Beispiel verdeutlichen. Unter der Annahme, daß der

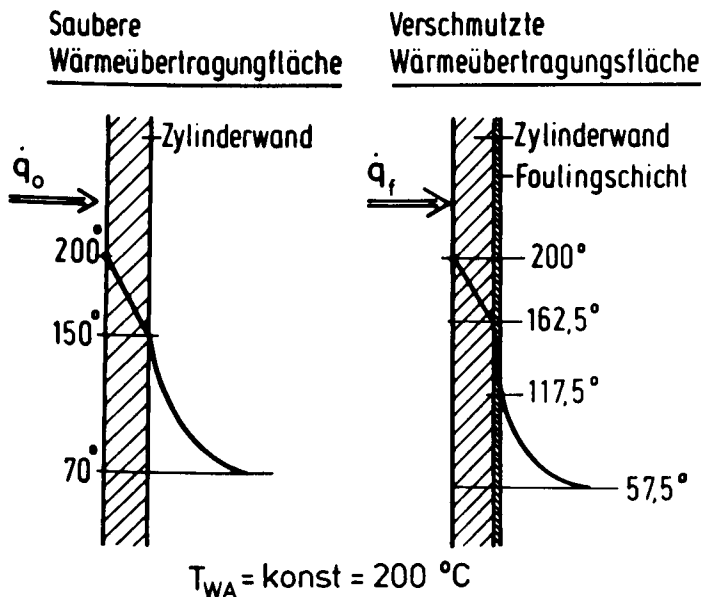


Abb. 19:
Temperaturprofile bei konstanter Wärmestromdichte
für die saubere bzw. verschmutzte Wärmeübertragungsfläche

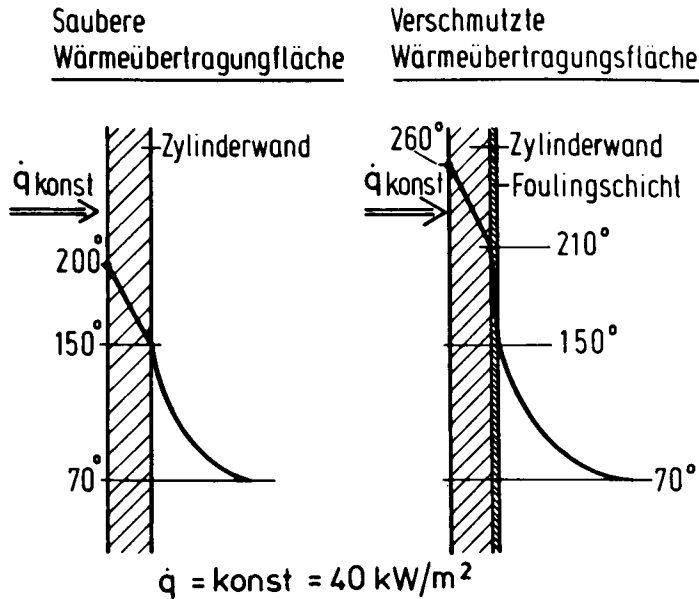


Abb. 20:

*Temperaturprofile bei konstanter Temperatur der Außenwand
für die saubere bzw. verschmutzte Wärmeübertragungsfläche*

Wärmeleitkoeffizient der Foulingschicht um den Faktor 100 kleiner ist, als der des Zylinderwerkstoffs und die Spaltbreite zwischen Schnecke und Zylinder 0,3 mm beträgt, läßt sich der Temperaturverlauf berechnen. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt und in den Abb. 19 und 20 grafisch dargestellt. Wird die Wärmestromdichte konstant gehalten, so führt die Verschmutzung der Wärmeübertragungsfläche zu einem deutlichen Temperaturanstieg in der Wand, der zur Zerstörung der Heizung führen kann. Wird Wärme bei konstanter Wandtemperatur übertragen, beispielsweise bei Kondensation von Dampf, so geht der übertragbare Wärmestrom drastisch zurück.

Schrifttum

- [1] BOHNET, M.: Fouling von Wärmeübertragungsflächen. Chem.-Ing.-Techn. Bd. 57 (1985) 1, S. 24/36.
- [2] BOHNET, M.: Fouling of Heat Transfer Surfaces. Chem.-Eng. Technol. Bd. 10 (1987) 12, S. 113/125.
- [3] KRAUSE, S.: Fouling an Wärmeübertragungsflächen durch Kristallisation und Sedimentbildung. VDI-Forschungsheft 637/86, VDI-Verlag, Düsseldorf 1986.
- [4] BOHNET, M.: Einfluß der Belagbildung an Wärmeübertragungsflächen auf den Wärmeübergang. Wärmeübertragung bei der Kunststoffaufbereitung. VDI-Verlag, Düsseldorf 1986, S. 55/72.

Windsichter, verfahrenstechnische Maschinen zur Herstellung definierter pulverförmiger Produkte

Von **Univ. Prof. Dr.-Ing. Kurt Leschonski**, Technische Universität Clausthal

1. Einleitung

Seitdem Menschen Getreide für ihre Ernährung verwendeten, mußten sie in des Wortes ursprünglicher Bedeutung die Spreu vom Weizen trennen. Für diese Trennung wurde ein sehr einfaches, noch heute bei primitiven Völkern übliches, aber im Grunde genommen wenig effektives Verfahren verwendet. Abb. 1 zeigt ein Beispiel aus der Ägyptischen Kultur[1]. Es handelt sich um ein Wandbild aus dem Grab von Nakht aus der XVIII. Dynastie, die auf ca. 1555–1308 vor Christus datiert wird. Das nach dem Dreschen aus Schalen und Getreidekörnern bestehende Gemisch wird mit Schaufeln in die Höhe geworfen, und die Schalenanteile werden durch den über den Erdboden streichenden Wind, quer zur Wurfrichtung, ausgetragen.

Im Evangelium Matthäus, 3. Kapitel, Vers 12, heißt es: „und er (Jesus) hat seine Wurfschaufel in der Hand: er wird seine Tenne fegen und den Weizen in seiner Scheune sammeln, aber die Spreu wird er verbrennen mit ewigem Feuer“. Dieser Vers wird landläufig durch die bereits zitierte Aussage: „die Spreu vom Weizen sondern“ stark verkürzt wiedergegeben. Abb. 2 zeigt eine chinesische Darstellung des früher auch „worfeln“ genannten Getreideereinigens[2]. Die hier dargestellte Methode der Trennung von Spreu und Weizen nimmt bereits Rücksicht darauf, daß es wenig sinnvoll war, das auf einer Fläche ausgebreitete Gemisch aus Spreu und Weizen schaufelweise an dieser Stelle in die Höhe zu werfen, da das von der Spreu befreite Gut auf das noch verunreinigte Gemisch zurückfiel. Die Reinigungswirkung folgt dabei einer Exponentialfunktion und eine vollkommene Reinigung ist theoretisch unmöglich.

Unter Klassieren versteht man das Trennen eines Partikelgemisches nach der Größe, d.h. nach einer geometrischen Eigenschaft, oder aber nach der Sinkgeschwindigkeit der Partikel in einem Fluid. Handelt es sich bei dem verwendeten Fluid um Luft, so spricht man vom „Windsichten“. Im Gegensatz dazu versteht man in der Weizen- und Roggenmüllerei unter „Sichten“ das Sieben von Mehl, d.h. das Trennen nach der Partikelgröße an einer Vielzahl von runden, quadratischen oder schlitzförmigen Öffnungen.

Die Trenngrenzen heutiger Windsichter beginnen, sofern mineralische Rohstoffe klassiert werden sollen, bei etwa 1 µm und enden bei einigen 100 µm. Die Massendurchsätze schwanken zwischen einigen Gramm pro Stunde bei Analysen-Sichtern und einigen hundert Tonnen pro Stunde bei technischen Sichtern, wie sie z.B. bei der Zement-sichtung eingesetzt werden[3].

Um Produkte bestimmter Eigenschaften zu erzielen, ist es in vielen technischen Anwendungen erforderlich, die Partikelgrößenverteilung des z.B. durch Zerkleinern



Abb. 1:
Wandbild aus dem Grab von Nakht aus der XVIII. Dynastie[1]



Abb. 2:
Worfen, chin. Darstellung[2]

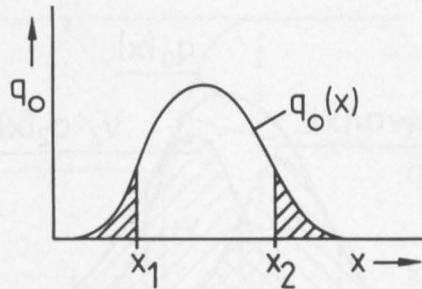


Abb. 3:
Dichte-Verteilungskurve, $q_0(x)$

erzielten dispersen Produktes durch Abtrennen grober (Trenngrenze: x_2) und/oder feiner Partikel (Trenngrenze: x_1) auf eine bestimmte, für die technische Anwendung besser geeignete Größenverteilung zu korrigieren (siehe Abb. 3).

So ist es z.B. bei Schleifmittelkörnungen erforderlich, einzelne grobe Partikel, sogenanntes Spritzkorn, aus der erwünschten Verteilung zu entfernen, um beim Schleifen Überraschungen, verursacht durch Kratzer in der zu bearbeitenden Oberfläche, zu vermeiden. Bei einer Zahnpasta sollte der disperse mineralische Rohstoff, z.B. Kalkstein, eine obere Partikelgröße von 10 μm bis 15 μm nicht überschreiten, da man gröbere Partikel auf den Zahnoberflächen noch als Einzelpartikel fühlt und die Paste als „sandig“ empfunden wird.

Feinste Partikel können bei bestimmten Produkten erwünscht, aber auch unerwünscht sein. Sie verändern nämlich z.B. die Fließeigenschaften eines dispersen Produktes und müssen deshalb bei manchen Anwendungen durch Klassieren entfernt werden.

Die Qualität einer Klassierung wird durch die sogenannte Trennschärfe bestimmt. Windsichter sind deshalb sowohl strömungstechnisch als auch konstruktiv so zu gestalten, daß möglichst hohe Trennschärfen erzielt werden.

In jüngster Zeit, insbesondere im Hinblick auf die Erzeugung von „neuen Werkstoffen“, z.B. von gesinterten, aus feinsten Partikeln bestehenden keramischen Werkstoffen, werden verstärkt geeignete Klassierverfahren nachgefragt, die auch im Partikelgrößenbereich unter 1 μm für trennscharfe Klassierungen verwendet werden können.

2. Kennzeichnung einer Trennung[4]

Das Ziel einer Klassierung besteht, wie in Abb. 4 dargestellt, darin, ein disperses Aufgabegut bei einer vorgegebenen Partikelgröße, x_1 , der Trennkorngröße, in ein aus im wesentlichen feinen Partikeln bestehendes Feingut und ein aus größeren Partikeln bestehendes Grobgut zu trennen. Die in Abb. 4 als Beispiel angenommenen Glockenkurven geben die Dichte-Verteilungskurven des Aufgabegutes, $q_0(x)$, und die mit den Massenanteilen des Feingutes, v_1 , und des Grobgutes, v_2 , gewichteten Dichte-Vertei-

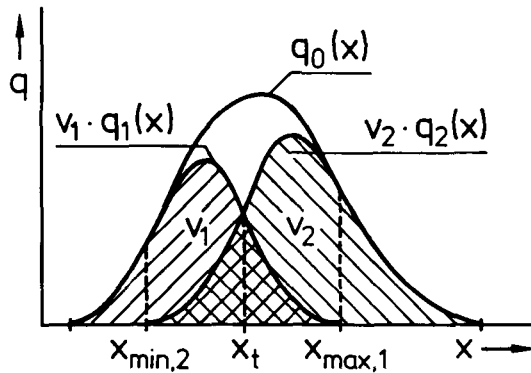


Abb. 4:
Dichte-Verteilungskurven des Aufgabe-, Fein- und Grobgutes

lungskurven, $v_1 q_1(x)$ und $v_2 q_2(x)$, der beiden Fraktionen wieder. Die Summe der Massenanteile, v_1 und v_2 , die die schraffiert dargestellten Flächen unterhalb der Dichte-Verteilungskurven des Fein- und Grobgutes darstellen, entsprechen 100% bzw. der Fläche unterhalb der Dichtekurve des Aufgabegutes.

Die Dichte-Verteilungskurven der Fraktionen überschneiden sich im Bereich mittlerer Partikelgrößen. In diesem Bereich läßt sich aus den Dichte-Verteilungskurven die sogenannte Trennkurve, $T(x)$, aus dem Verhältnis der Ordinatenwerte des Grobgutes, $v_2 q_2(x)$, und des Aufgabegutes, $q_0(x)$, in Abhängigkeit von den Partikelgrößen, x , berechnen:

$$T(x) = \frac{v_2 q_2(x)}{q_0(x)} \quad (1)$$

Die in Abb. 5 dargestellte Trennkurve charakterisiert die Lage und die Qualität, d.h. die Trennschärfe, einer Trennung. Als Lageparameter, der Trenngrenze genannt wird, verwendet man bevorzugt den Medianwert der Trennkurve, d.h. diejenige Partikelgröße, bei der die Trennkurve den Wert 50% = 0,5 annimmt. Diese Partikelgröße wurde bei der ausgeführten Trennung je zur Hälfte auf das Fein- bzw. Grobgut verteilt. Als Trennschärfemaße verwendet man unterschiedliche, aus den Dichte-Verteilungskurven der Produkte der Klassierung oder dem Verlauf der Trennkurve abgeleitete Kennwerte, die z.B. die Steigung der Trennkurve im mittleren Partikelgrößenbereich wiedergeben[4].

Das Ziel einer Klassierung besteht im allgemeinen darin, eine Trennung des Aufgabegutes bei einer vorgegebenen Trenngrenze mit möglichst hoher Trennschärfe vorzunehmen. Während die Trenngrenze vor allem durch die gewählten Strömungsbedingungen und die dadurch auftretenden Widerstandskräfte sowie andere, die determinierte Partikelbewegung unterstützenden Kräfte, wie z.B. die Schwerkraft, Zentrifugalkräfte, die elektrischen Kraft usw. bestimmt wird, hängt die erreichbare Trennschärfe

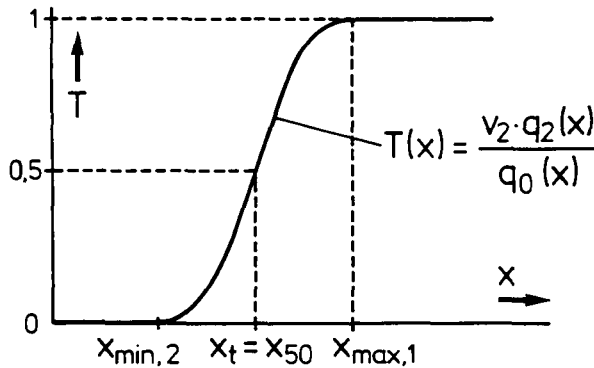


Abb. 5:
Trennkurve

und damit der Verlauf der Trennkurve vor allem von zufällig, d.h. stochastisch auftretenden Störungen, wie z.B. der Strömungsturbulenz, gegenseitigen Partikelstößen usw.[5] ab.

3. Sichtprinzipien

Ein Windsichter besteht aus einer von Luft durchströmten Trennzone, in die die zu sichtenden Partikel an einer geeigneten Stelle eingebracht werden. Sie müssen in dieser auf größen- bzw. sinkgeschwindigkeitsabhängigen Bahnkurven so geführt werden, daß feine und grobe Partikel getrennt voneinander an unterschiedlichen Orten aus der Trennzone austreten können.

Windsichter lassen sich im wesentlichen in:

Gegenstrom- und Querstromanordnungen

unterteilen.

Bei Gegenstromsichtern wird das Grobgut entgegen der Strömung aus der Trennzone ausgetragen, während sich bei Querstromsichtern meist alle Partikelgrößen quer zur Strömung bewegen und dadurch aus ihr größenabhängig ausgetragen werden können.

Darüber hinaus lassen sich Windsichter nach den in der Trennzone vorherrschenden Strömungsfeldern und den die determinierte Partikelbewegung unterstützenden Kräften unterteilen.

Man unterscheidet deshalb zwischen Sichtern mit Strömungen, deren Stromlinien entweder:

geradlinig oder gekrümmt

sind.

Die wichtigsten an den Partikeln angreifenden Kräfte sind die vom Fluid auf die Partikeloberfläche ausgeübte:

Widerstandskraft,

und Feldkräfte, wie:

die Schwerkraft,
die Fliehkraft und
die elektrische Kraft,

sowie Kräfte, die infolge beschleunigter Partikelbewegung auftreten, wie die:

Trägheitskraft.

Handelsübliche technische Windsichter sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt nahezu ausschließlich Schwerkraft- bzw. Fliehkraft-Gegenstromsichter[6].

3.1 Die Gegenstrom-Schwerkraftsichtung

Das Prinzip der Gegenstromsichtung ist in Abb. 6 dargestellt.

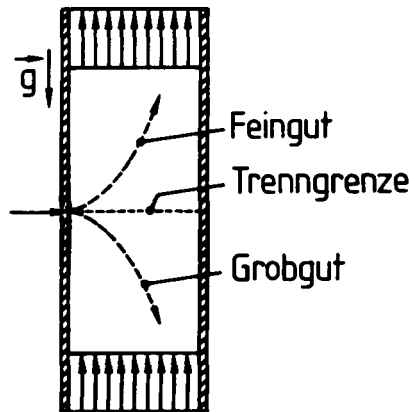


Abb. 6:
Prinzip der Gegenstrom-Schwerkraftsichtung

In einem lotrecht angeordneten Rohr mit kreisförmigem oder rechteckigem Querschnitt steigt Luft mit der Geschwindigkeit, v , nach oben. In diesem Luftstrom, von dem angenommen werden soll, daß seine Steiggeschwindigkeit an allen Stellen des Querschnitts und auch über der Rohrlänge konstant ist, werden Partikel einzeln und nacheinander eingebracht. In der Strömung unterliegen die Partikel vor allem der nach oben gerichteten Schleppkraft der Strömung und der nach unten gerichteten Schwerkraft. Die Partikel sedimentieren mit ihrer Sinkgeschwindigkeit, w_g :

$$w_g = \frac{\rho_p g}{18\eta} x^2 \quad (2)$$

nach unten und werden durch die aufsteigende Luft mit der Strömungsgeschwindigkeit, v , nach oben bewegt. Ihre Geschwindigkeit entspricht der Differenz beider Geschwindigkeiten:

$$v_p = v - w_g = v - \frac{\rho_p g}{18\eta} x^2 \quad (3)$$

Partikel, deren Sinkgeschwindigkeit, w_{gt} , gerade gleich der Strömungsgeschwindigkeit, v , ist, verbleiben im Sichtraum in der Schwebelage. Daraus folgt:

$$v = \frac{\rho_p g}{18\eta} x_t^2 = w_{gt} \quad (4)$$

Dagegen folgen Partikel mit Sinkgeschwindigkeiten $w_g < v$ der Strömung und werden als Feingut ausgetragen, während Partikel mit $w_g > v$ entgegen der Strömung ins Grobgut gelangen.

Dieses Sichtprinzip findet man sowohl im Mähdrescher als auch in den bislang größten Windsichtern, den Umluftsiebmaschinen der Zementindustrie. Es stellt trotz einiger gravierender Nachteile infolge seines einfachen Aufbaus eines der bedeutendsten Sichtprinzipien für Klassierungen im Trenngrenzbereich oberhalb von etwa 30 μm dar. Dem Vorteil der Einfachheit stehen vor allem zwei herausragende Nachteile gegenüber:

Bei allen Gegenstrom-Anordnungen ermöglicht eine Siebereinstellung nur einen einzigen Trennschnitt bei einer bestimmten Trenngrenze, weshalb sich das Aufgabegut nur in zwei Produkte, ein Feingut und ein Grobgut klassieren läßt. Darüber hinaus ist der mögliche Massendurchsatz eine Funktion der Trennkorngröße, da die einzustellende Strömungsgeschwindigkeit von der Trenngrenze bestimmt wird.

Da z.B. die stationäre Sinkgeschwindigkeit von 10 μm Quarzpartikeln nur etwa 0,8 cm/s beträgt, sind große Trennzonenquerschnitte für technisch interessante Massendurchsätze erforderlich, die insbesondere im Hinblick auf eine gleichmäßige Verteilung der Aufgabegutpartikel über den Querschnitt Probleme mit sich bringen.

In Abb. 6 wurde angenommen, daß sich die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms weder über dem Querschnitt noch über der Rohrlänge ändert. Dies ist tatsächlich nicht der Fall. Selbst bei einer Gleichverteilung der Strömungsgeschwindigkeiten am Rohreinlauf entwickelt sich mit der Rohrlänge ein Strömungsprofil, wie in Abb. 7 dargestellt, das bei laminarer Strömung durch die Geschwindigkeitsverteilung:

$$\frac{v(r)}{v_{\max}} = 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \quad (5)$$

beschreibbar ist. In einer derartigen Einlaufströmung verändert sich die Strömungsgeschwindigkeit auf einem Strömungsfaden längs der Rohrachse, mit einer Verzögerung der Strömung in Wandnähe und einer Beschleunigung im Zentrum[7]. Darüber hinaus

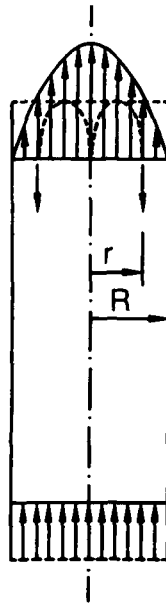


Abb. 7:
Profilausbildung bei laminarer Strömung

findet in der Einlaufzone aus Kontinuitätsgründen eine Strömungsverdrängung zur Mitte des Rohres hin statt.

Befindet sich ein Partikel auf einem verzögerten Stromfaden, so bestimmt dessen kleinste Geschwindigkeit, die am oberen Rohrende erreicht wird, die Trennung. Partikel, die die Einlaufzone passiert haben, und Sinkgeschwindigkeiten aufweisen, die oberhalb dieser Strömungsgeschwindigkeit liegen, erreichen bereits auf tiefer liegenden Ebenen die Geschwindigkeitsgleichheit. Sie bleiben deshalb an dieser Stelle in der Schwebe.

Auf einem beschleunigten Stromfaden hingegen findet ein nach oben mitgenommenes Partikel stets größere Steiggeschwindigkeiten als die eigene Sinkgeschwindigkeit vor. Diese Partikel werden beschleunigt zum oberen Rohrende transportiert. Ihre Sinkgeschwindigkeit stimmt mit der kleinsten, am unteren Rohrende auftretenden Strömungsgeschwindigkeit überein.

Bei stetiger Gutzugabe läßt sich deshalb die theoretisch zu erwartende Trennkurve aus der Verteilung der jeweils kleinsten Geschwindigkeiten im Rohrquerschnitt vorausberechnen.

Partikel, die in der Mitte des Rohres das obere Ende erreicht haben, sollten ohne Schwierigkeiten ins Feingut gelangen können. Sie müssen jedoch dazu quer zur Strömung aus dieser ausgetragen werden. Dabei kreuzen die Partikel Zonen geringerer

Strömungsgeschwindigkeit. Ist ihre Sinkgeschwindigkeit größer als die örtliche Strömungsgeschwindigkeit, so werden sie nicht ausgetragen, sondern fallen erneut auf tiefere Ebenen zurück. Sie müssen in einem zweiten Anlauf erneut ihr Glück versuchen. Ein Vorgang, der sich fast beliebig wiederholen kann und zu extrem langen Sichtzeiten führt.

Aus dem bisher Gesagten kann man folgern, daß ein Gegenstrom-Schwerkraftsichter folgende Eigenschaften aufweisen sollte:

1. Eine Profilausbildung der Strömung in der Trennzone sollte vermieden werden. Dies läßt sich z.B. durch eine möglichst kurze Trennzone erreichen.
2. Die Strömungsgeschwindigkeit sollte beim Eintritt in die Trennzone gleichverteilt sein, was durch geeignete strömungstechnische Maßnahmen sichergestellt werden kann.
3. Oberhalb der Trennzone sollte eine beschleunigte Strömung vorliegen.

Ein Schwerkraft-Gegenstromsichter für Analysentrennungen, der diesen Anforderungen genügt, wurde von K. Leschonski und H. Rumpf[7] vor Jahren entwickelt und von M. Weilbacher[8] untersucht.

Wie in Abb. 8 gezeigt, wird der kurzen, nur 1 cm hohen Trennzone die Sichtluft durch ein Sieb oder ein Membranfilter zugeführt. Oberhalb der Trennzone wird die Luft auf die vierfache Austrittsgeschwindigkeit beschleunigt, und die feinen Partikel werden aus der Luft entweder durch Sedimentieren oder durch Filtrieren abgeschieden.

Abb. 9 zeigt, daß es durch diese Maßnahmen möglich war, die Sichtzeiten bis zum Erreichen gleicher Rückstände auf dem Anströmboden um etwa eine Zehnerpotenz

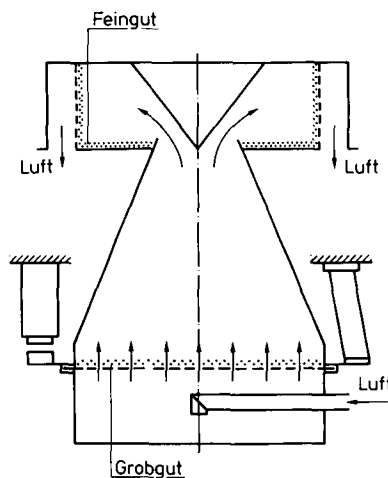


Abb. 8:
Gegenstrom-Schwerkraftsichter mit extrem niedriger Trennzone

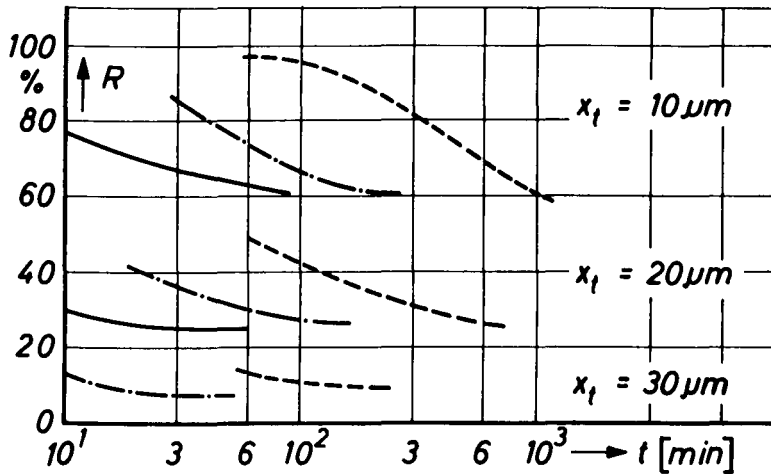


Abb. 9:

Verminderung des Rückstandes auf dem Anströmboden mit der Sichtzeit

(-·-) gegenüber einem Siebter mit langem Rohr (ca. 1 m) (---) zu senken. Durch Zugabe eines oberflächenaktiven, das Dispergieren des Aufgabegutes unterstützenden Stoffes ließen sich die Sichtzeiten weiter verringern (-). Dieses Beispiel zeigt, daß auch dem Dispergieren des Aufgabegutes entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

3.2 Gegenstrom-Fliehkraftsichter

Ein Gegenstrom-Fliehkraftsichter besteht, wie schematisch in Abb. 10 dargestellt, aus einer flachen, kreiszylindrischen Trennzone, die von der Sichtluft von außen nach innen durchströmt wird. Dieser Senkenströmung wird, z.B. mittels geeigneter Leitschaufeln, ein Drall überlagert, so daß sich in der Trennzone eine Spiralströmung ausbildet. Diese Windsichter werden deshalb Spiralwindsichter genannt. Das erstmals von H. Rumpf[9] untersuchte Sichtprinzip hat eine hohe Bedeutung für technische Trennungen im Trenngrenzenbereich von etwa $1\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$ bis zu einigen $10\text{ }\mu\text{m}$ erlangt.

Die Trennkorngröße bewegt sich theoretisch in der Trennzone des Spiralwindsichters, im radialen Kräftegleichgewicht zwischen Widerstandskraft und Fliehkraft, auf einem Kreis. Die Trenngrenze läßt sich mit der radialen Geschwindigkeitskomponente der Strömung, v_r , und der Umfangskomponente, v_φ , aus Gl. 5 berechnen.

Aus:

$$3\pi\eta x_t v_r = \frac{\pi x_t^3}{6} \rho_p \frac{v_\varphi^2}{r} \quad (5)$$

erhält man:

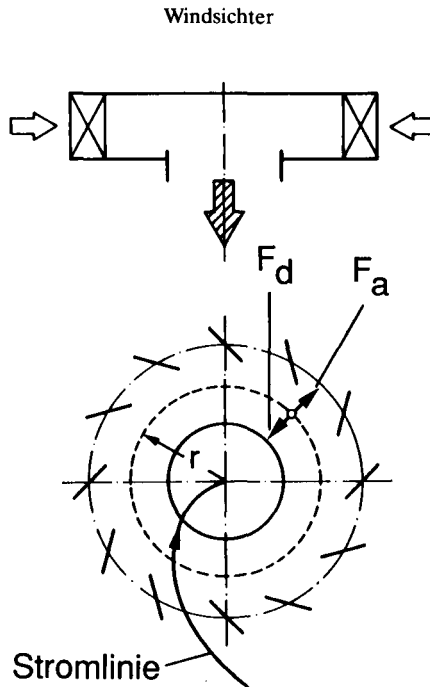


Abb. 10:
Schema eines Spiralwindsichters

$$v_r = \frac{\rho_p x_t^2}{18\eta} \frac{v_\varphi^2}{r} = w_{at} = \frac{w_{gt} v_\varphi^2}{gr} = St \cdot v_\varphi \quad (6)$$

Danach ist die radiale Komponente der Strömungsgeschwindigkeit, v_r , der Sinkgeschwindigkeit der Partikel im Fliehkraftfeld, w_{at} , gleichzusetzen. Für die Vorausberechnung der Trennkorngröße (Gl. 6) findet man eine ähnlich einfache Beziehung wie bei der Gegenstrom-Schwerkraftsichtung. St ist die sogenannte *Stokes-Zahl*, die für die Trennkorngröße gleich dem Geschwindigkeitsverhältnis v_r/v_φ ist.

Streng genommen hängt die auf die Partikel wirkende Fliehkraft nicht von der Umfangskomponente, v_φ , der Strömung, sondern von der tatsächlich vorliegenden Partikel-Umfangsgeschwindigkeit, u_p , ab, die wegen des auftretenden Schlupfes kleiner als v_φ ist. Man setzt vereinfachend:

$$u_p = v_\varphi \quad (7)$$

wohl wissend, daß man weder u_p noch v_φ genau genug kennt, um treffsichere Vorausberechnungen der Trenngrenze, x_t , durchführen zu können. Nach Gl. 6 hängt die Trenngrenze von dem Verhältnis v_φ/v_r , d.h. der Steilheit der spiralförmigen Stromlinie, ab.

Die sich in der Trennzone frei einstellende Spiralströmung läßt sich zwar durch die Kontinuitätsgleichung:

$$v_r r = \text{konstant} \quad (8)$$

und die den Verlauf der Umfangskomponente der Strömung beschreibende Gl. 9:

$$v_\varphi r^n = \text{konstant} \quad (9)$$

beschreiben. Der Exponent, n , der Drallströmung hängt jedoch von einer Reihe von Einflußgrößen, wie z.B.:

der Partikelgrößenverteilung des Aufgabegutes, $Q_0(x)$, und

der Gutbeladung, μ , der Trennzone

ab. Beide beeinflussen den Impulsaustausch zwischen der Luftströmung und den Partikeln.

Spiralwindsichter lassen sich deshalb zwar angenähert auf eine bestimmte Trenngrenze einstellen, die tatsächlich erzielte Trenngrenze muß jedoch aus den Produkten der Trennung, wie eingangs dargestellt, ermittelt werden.

In der in Abb. 10 schematisch dargestellten Trennzone eines Spiralwindsichters stellt sich nicht nur die beschriebene, den größten Teil der Trennzone erfassende Kernströmung ein, sondern in Wandnähe, insbesondere an den beiden Seitenwänden, wird die Kernströmung durch eine Grenzschichtströmung verändert. In Stirnwandnähe sind deshalb sowohl die Umfangs- als auch die Radialkomponente der Strömung geringer

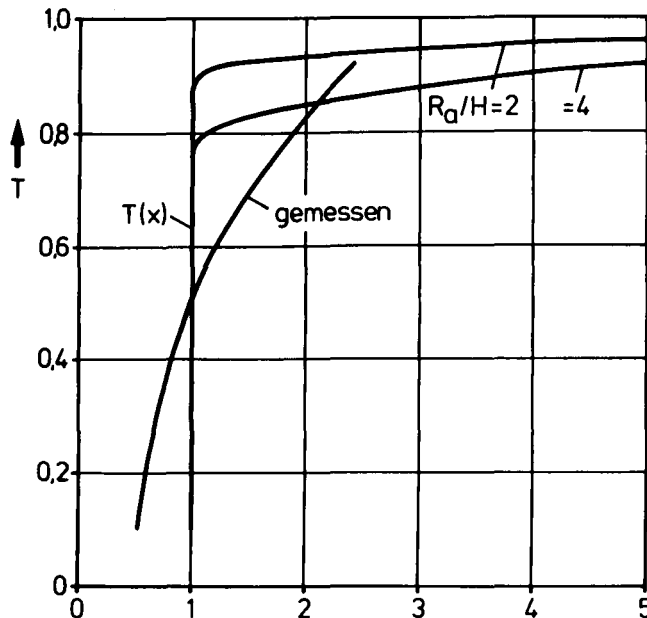


Abb. 11:
Einfluß der Grenzschichtströmung auf die Trennkurve von Spiralwindsichtern

als in der Kernströmung. Dies führt in der Grenzschicht zu steiler verlaufenden spiralförmigen Stromlinien, die gröbere Trenngrenzen als die Kernströmung besitzen.

Spiralwindsichter mit feststehenden Seitenwänden können deshalb, wie *H. Rumpf* und *K. Leschonski*[5] zeigten, die in Abb. 11 dargestellten Trennkurven mit einem hohen, unerwünschten Grobgutanteil aufweisen. Die Grenzschichtrechnungen wurden von *F. Ebert*[10] durchgeführt.

Dieser Effekt läßt sich vermeiden, wenn man, wie von *F. Kaiser* und *H. Rumpf*[11] vorgeschlagen, beide Seitenwände mit einer mittleren Umfangsgeschwindigkeit mitrotieren läßt. Dadurch wird die Geschwindigkeit der Strömung in Umfangsrichtung vergrößert, und in der Grenzschicht sich aufhaltende Partikel werden ins Grobgut verwiesen.

Ein Beispiel für Spiralwindsichter mit rotierenden Seitenwänden ist der in Abb. 12 dargestellte und seit vielen Jahren von der Fa. Alpine AG, Augsburg hergestellte Spiralwindsichter „Mikroplex“.

Diese Maßnahme reicht jedoch nicht aus, um z.B. den durch die Partikelbeschleunigung verursachten Impulsstromverlust zu kompensieren.

Die Zugabe von Feststoff zur Spiralströmung der Trennzone verringert nämlich die Umfangsgeschwindigkeit der Strömung. Kleinere Umfangsgeschwindigkeiten führen aber bei unveränderter Radialgeschwindigkeit zu größeren Trenngrenzen. Dieser Impulsaustausch ist eine der Ursachen dafür, daß Spiralwindsichter sich nicht auf Trenngrenzen um oder unter $1\text{ }\mu\text{m}$ einstellen lassen.

Aus diesem und aus anderen Gründen hat man deshalb versucht, mit einem beschauften Sichterrad die für Feinsttrennungen erforderliche Umfangsgeschwindigkeit unabhängig von der Partikelbeladung der Strömung aufrechtzuerhalten.

Das Sichterrad besitzt am äußeren Umfang, wie in Abb. 13 dargestellt, unterschiedliche „Schaufeln“. Es werden sowohl kreiszylindrische Stäbe (Korbsichter) als auch

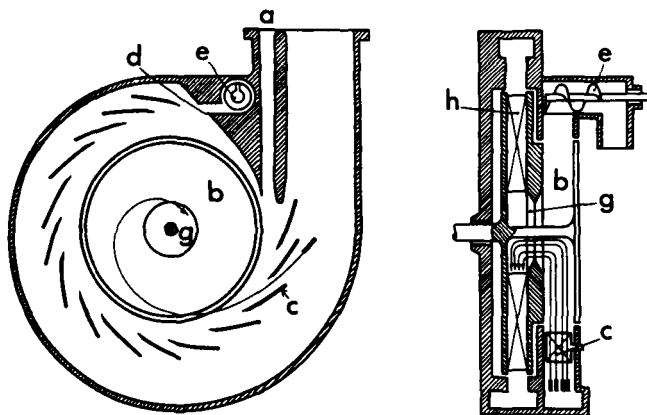


Abb. 12:
Spiralwindsichter der Fa. Alpine AG

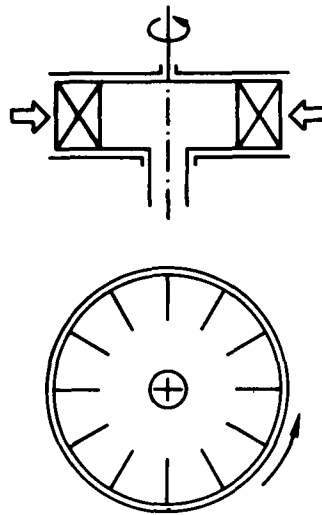


Abb. 13:
Schema eines Abweiseradsichters

gerade unprofilierter Schaufeln verwendet. Die Schaufeln sind entweder radial oder unter einem Winkel zum Radius angeordnet.

Entsprechend der angestrebten Wirkung, das Grobgut nicht durchzulassen, werden diese Windsichter meist „Abweiseradsichter“ genannt. Sie werden zwar weltweit von einer Reihe von Firmen gebaut, eine einigermaßen zuverlässige Vorausberechnung ist jedoch bis heute nicht möglich.

Zwar läßt sich die Trenngrenze angenähert mit den bereits genannten Formeln der Spiralwindsichtung vorausberechnen, über den Einfluß der Schaufelform und der Anzahl der Schaufeln ist jedoch bislang wenig bekannt. Diese Sichter sind vor allem weniger anfällig gegenüber Durchsatzschwankungen des Aufgabegutes. Kennfelder, die z.B., wie in Abb. 14 dargestellt, die Abhängigkeit der Trennschärfe von der Trenngrenze und vom Massendurchsatz darstellen, sind jedoch nur selten publiziert worden[12].

Wir beschäftigen uns deshalb an meinem Institut sowohl mit strömungstechnischen Untersuchungen an unterschiedlich beschauften Rotoren[13], als auch in einem weiteren Forschungsvorhaben[14] unter anderem mit der Aufnahme von Kennfeldern derartiger Sichter.

Prinzipiell sollte es möglich sein, mit diesen Windsichtern in den Trenngrenzenbereich unterhalb 1 μm vorzustoßen, wenn man Sichterrotoren mit einer Umfangsgeschwindigkeit oberhalb von etwa 150 m/s verwendet. Die aus anderen Bereichen der Technik, z.B. dem Dampfturbinenbau, vorliegenden Erfahrungen mit hochtourig umlaufenden, beschauften Rädern werden jedoch leider bis heute noch nicht auf die

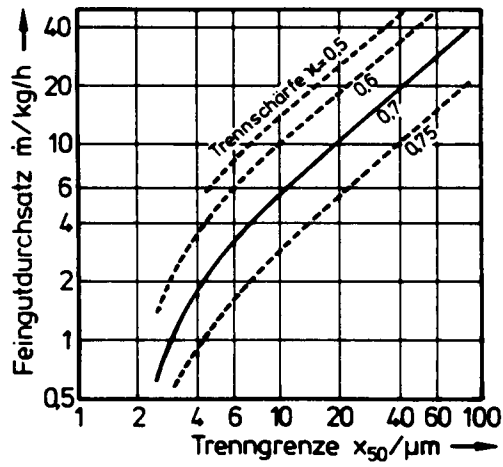


Abb. 14:
Kennfeld eines Abweiseradsichters

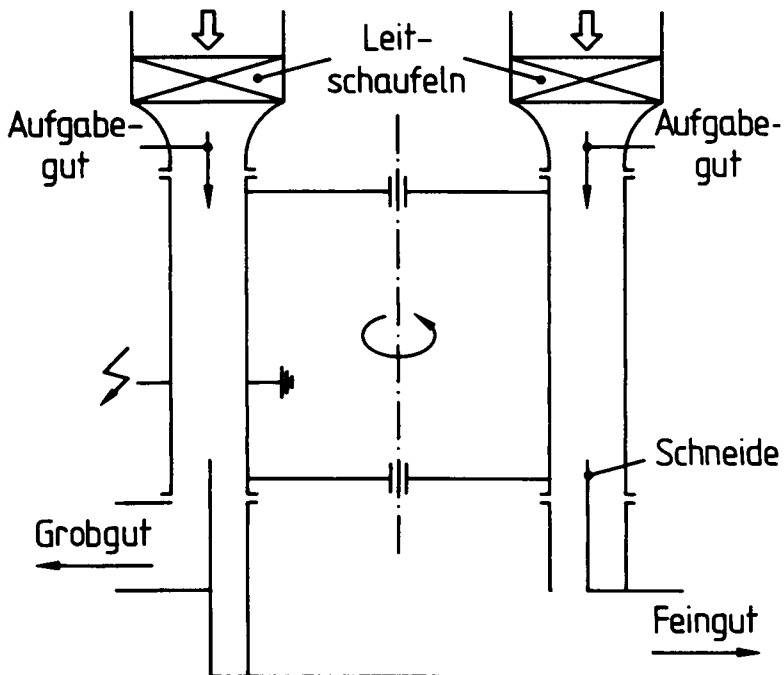


Abb. 15:
Elektrostatischer Windsichter

Vorausberechnung und Dimensionierung derartiger Sichterrotores angewandt. Diese Aufgabe wird seit etwa zwei Jahren von dem an der TU Clausthal eingerichteten SFB 180 „Konstruktion verfahrenstechnischer Maschinen unter besonderen mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen“ wahrgenommen.

Trenngrenzen um und unter $1\ \mu\text{m}$ lassen sich nur in Strömungen mit einer Fliehkraftkomponente durchführen. Ein Beispiel sind die beschriebenen Gegenstrom-Fliehkraftsichter. Es gibt jedoch auch noch andere Möglichkeiten, Wir untersuchen an meinem Institut seit einiger Zeit einen Windsichter, bei dem die Trennung in einem elektrischen Feld durchgeführt wird, das einer Drallströmung mit axialer Geschwindigkeitskomponente überlagert ist. Die verwendete Anordnung ist schematisch in Abb. 15 dargestellt [15].

Die Trennzone besteht aus einem rotierenden Ringraum, der von oben nach unten von der Sichtluft durchströmt wird. Durch Leitschaukeln wird der Strömung die mittlere Umfangsgeschwindigkeit des rotierenden Ringraums sowie eine axiale Strömungskomponente aufgeprägt. Das in einem Teilluftstrom dispergierte Aufgabegut wird unmittelbar vor dem Eintritt in die Trennzone beim Durchfliegen einer Corona-Entladungszone partikelgrößenabhängig aufgeladen und in dem radialsymmetrisch in der Trennzone aufgebauten elektrischen Feld unter der Wirkung der Fliehkraft und der elektrischen Kraft in feine und grobe Partikel getrennt. Das Trennkorn bewegt sich dabei auf einer wendelförmigen Bahnkurve durch die Trennzone und trifft an deren unteren Ende auf eine Schneide, die das Fein- und Grobgut voneinander trennt.

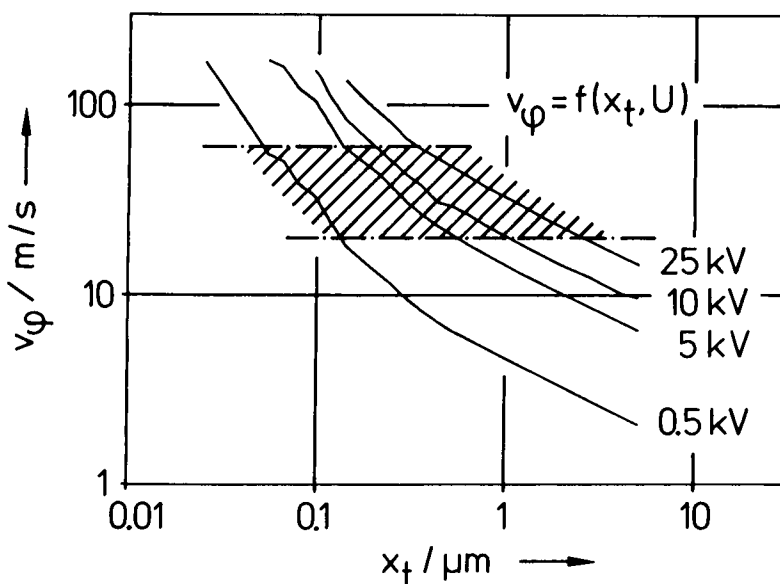


Abb. 16:
Trenngrenzenbereich des Sichters

Unsere bislang vor allem theoretischen Überlegungen zeigen, daß es, wie in Abb. 16 dargestellt, möglich sein sollte, Trenngrenzen zwischen $0,1\text{ }\mu\text{m}$ und $2\text{ }\mu\text{m}$ bei mittleren Umfangsgeschwindigkeiten des Ringraums von 20 m/s bis 60 m/s und Spannungen von $0,5\text{ kV}$ bis 25 kV zu erreichen. Ein entsprechender elektrostatischer Windsichter wurde inzwischen gebaut. Erste Messungen werden zur Zeit durchgeführt.

3.3 Querstrom-Anordnungen

In Abb. 1 wurde das wohl älteste bekannte Windsichtprinzip, angewandt auf die Trennung von Spreu und Weizen, dargestellt. Diese Art der Durchführung hat jedoch gewisse Nachteile, so daß man einen Querstrom-Windsichter zweckmäßigerweise etwas anders ausführen und betreiben sollte. In Abb. 17 ist eine einfache Querstrom-anordnung dargestellt. Sie besteht aus einem waagrecht angeordneten Kanal rechteckigen Querschnitts, der von links nach rechts mit über dem Kanalquerschnitt konstanter Geschwindigkeit durchströmt wird. Nimmt man an, daß die zu sichtenden Partikel durch einen in der oberen Kanalwand angebrachten schmalen Schlitz mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit eingebracht werden, so erhält man bei laminarer Partikelumströmung die in Abb. 17 dargestellten geradlinigen Partikelbahnkurven.

Wirkt als Querkraft die Schwerkraft, so sedimentiert jedes Partikel mit seiner stationären Sinkgeschwindigkeit und wird dabei gleichzeitig mit der Geschwindigkeit der Luft nach rechts bewegt.

Die Steigung der Bahnkurven entspricht deshalb dem Verhältnis der beiden Geschwindigkeiten. Um die Partikel sinkgeschwindigkeitsabhängig aus dem Luftstrom zu trennen, muß die eingezeichnete Abscheidefläche für die einzelnen Partikelklassen

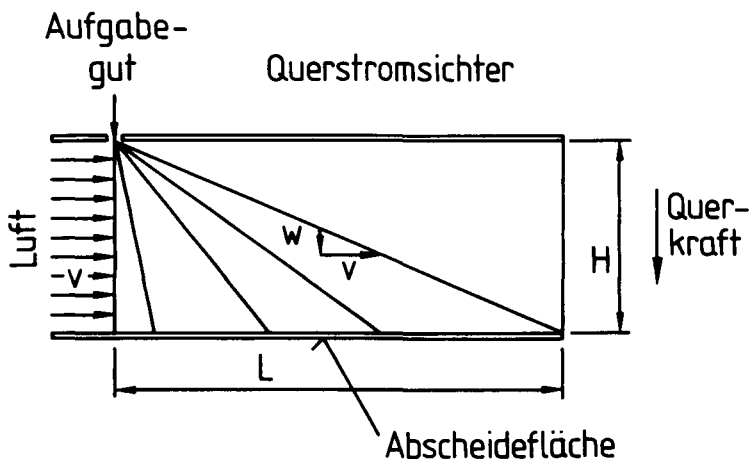


Abb. 17:
Schema einer Querstrom-Anordnung

durchlässig sein. Sie kann deshalb z.B. aus nebeneinanderliegenden Kanälen bestehen, die durch Schneiden voneinander getrennt werden und durch die die einzelnen Partikelklassen abgeführt werden.

Im Gegensatz zu den Gegenstrom-Anordnungen ermöglichen Querstrom-Anordnungen mehrere gleichzeitige Trennungen. Wir haben beispielsweise in Clausthal einen speziellen Querstrom-Windsichter mit zehn Schneiden entwickelt, der elf sich in der mittleren Partikelgröße unterscheidende Fraktionen in einem Trennvorgang liefert [16].

Querstromsichter der in Abb. 17 dargestellten Form unterscheiden sich im Hinblick auf die angewendete Querkraft. Als Querkraft werden die Schwerkraft, Trägheitskräfte, die elektrische Kraft und die Diffusion verwendet. Die Diffusion erzeugt eine Partikelquerbewegung, wenn über die Kanalhöhe z.B. ein Temperaturgefälle angelegt wird. In der dargestellten Form wurden Querstrom-Anordnungen vor allem als Aerosol-Meßgeräte entwickelt und verwendet, wobei gerade und gekrümmte Kanäle benutzt wurden, letztere z.B. in Form von Spiralen oder in wendelförmig auf einem Konus aufgebrachten Kanälen.

Querstromsichter dieser Bauart werden ausschließlich bei so niedrigen Reynoldszahlen betrieben, daß sich eine laminare Kanalströmung einstellt. Probleme treten sowohl infolge Profilausbildung der Strömung als auch bei gekrümmten Kanälen mit sog. Sekundärströmung auf, die z.B. in Form von Görtler-Taylor-Wirbeln die angestrebte determinierte Partikelbewegung stören.

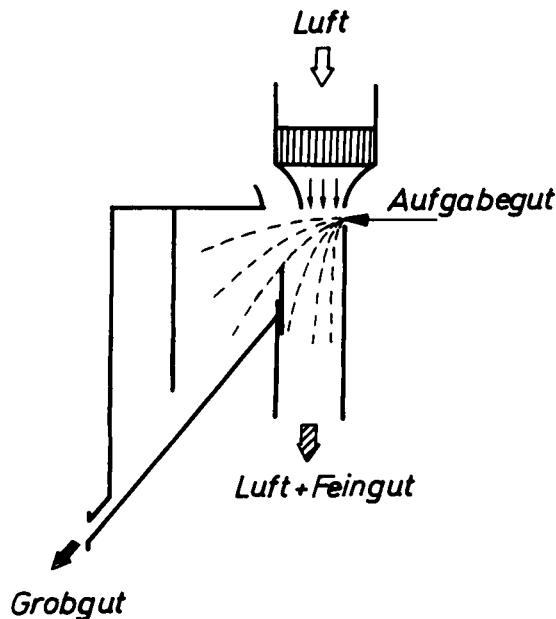


Abb. 18:
Schema des Querstrom-Strahl-Windsichters [5]

H. Rumpf und K. Leschonski[5] haben 1967 erstmals über Querstromtrennungen mit dem in Abb. 18 schematisch dargestellten Querstrom-Strahlwindsichter berichtet. Die Sichtung findet in einem Strömungsmittelstrahl statt, der mit den Mitteln der Windkanaltechnik, d.h. mittels Gleichrichter und Düse erzeugt wird und konstante Geschwindigkeit besitzt. Unmittelbar unter dem Düsenmund wird das Aufgabegut quer in den Luftstrahl ebenfalls mit konstanter Geschwindigkeit eingeschossen. Die Einschußgeschwindigkeiten werden so gewählt, daß die Schwerkraft vernachlässigt werden kann. Sie liegen beim Luft- und Gutstrahl im allgemeinen oberhalb von 20 m/s. Die in den Luftstrahl eingeschleuderten Partikel werden in diesem aufgefächert, wobei die Partikelbahnkurven umso stärker gekrümmt sind, je kleiner die Partikel sind. Dieser Partikelfächer wird von einer entgegen der Strömungsrichtung angeordneten Schneide in Fein- und Grobgut getrennt.

Die Verwendung hoher Luft- und Partikelgeschwindigkeit führt zu sehr hohen Massendurchsätzen. In einem 10 cm breiten Sichter ließen sich deshalb bei noch vertretbarer Trennschärfe Massendurchsätze bis zu 4,5 t/h einstellen.

In Abb. 19 sind einige mit einer rotationssymmetrischen Ausführung dieses Sichters gewonnenen Trennkurven, die in Abhängigkeit von der mit dem Medianwert dimen-

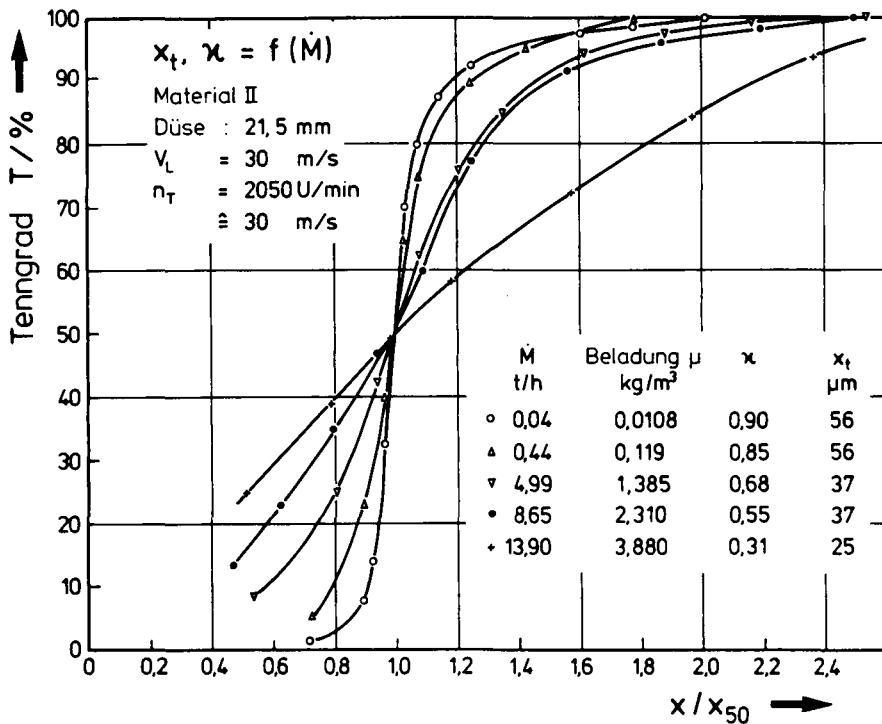


Abb. 19:
Trennkurven des rotationssymmetrischen Querstrom-Strahl-Windsichters

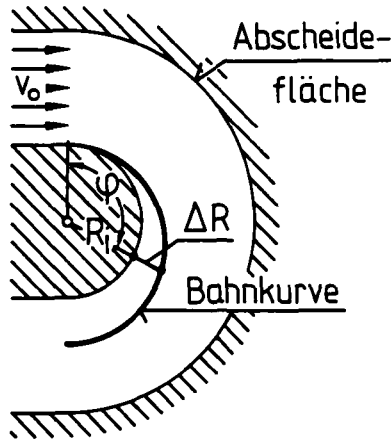


Abb. 20:
Schema des Querstrom-Umlenksichters

sionslos gemachten Partikelgröße aufgetragen sind, wiedergegeben. Man erkennt den bei allen Windsichtern zu beobachtenden Trennschärfe- und Trenngrenzenabfall mit wachsendem Massendurchsatz.

Querstrom-Strahlwindsichter der beschriebenen Bauart sind besonders gut für Trenngrenzen oberhalb von ca. 20 μm geeignet. Will man noch feinere Trenngrenzen bei ebenfalls hohen Massendurchsätzen erreichen, so muß man eine andere Querstrom-Anordnung wählen. H. Rumpf und K. Leschonski haben deshalb die in Abb. 20 dargestellte Anordnung, den Querstrom-Umlenksichter, für Feinsttrennungen vorgeschlagen, den K. Maly[17] untersuchte.

In dieser Anordnung wird die Kanalströmung um eine abgerundete Kante um bis zu 180° umgelenkt. Das zu sichtende Gut wird, in einem Teilluftstrom dispergiert, in Wandnähe zugeführt. Die Strömungsumlenkung wird bei diesem Sichter durch den sogenannten Coanda-Effekt unterstützt, der ein frühzeitiges Ablösen der Strömung von der Wand verhindert. Die Partikel werden in der weiter außen strömenden feststofffreien Luft aufgefächert. Sie können mit einer oder mehreren Schneiden in Fein- und Grobgut, bzw. in mehrere Sinkgeschwindigkeitsklassen getrennt werden. Für eine angenommene Potentialströmung läßt sich die radiale Partikelbewegung, ΔR , aus:

$$\Delta R = \frac{w_{gt} v_0}{g} \varphi = \frac{Q_p}{18\eta} x_i^2 v_0 \varphi \quad (10)$$

berechnen.

Danach muß man das Produkt $x_i^2 v_0$ konstant halten, wenn bei veränderter Trennkorngröße mit derselben Schneideneinstellung (ΔR) gesichtet werden soll. Eine Verringerung der Trenngrenze um den Faktor 10 verlangt eine Geschwindigkeitserhöhung um

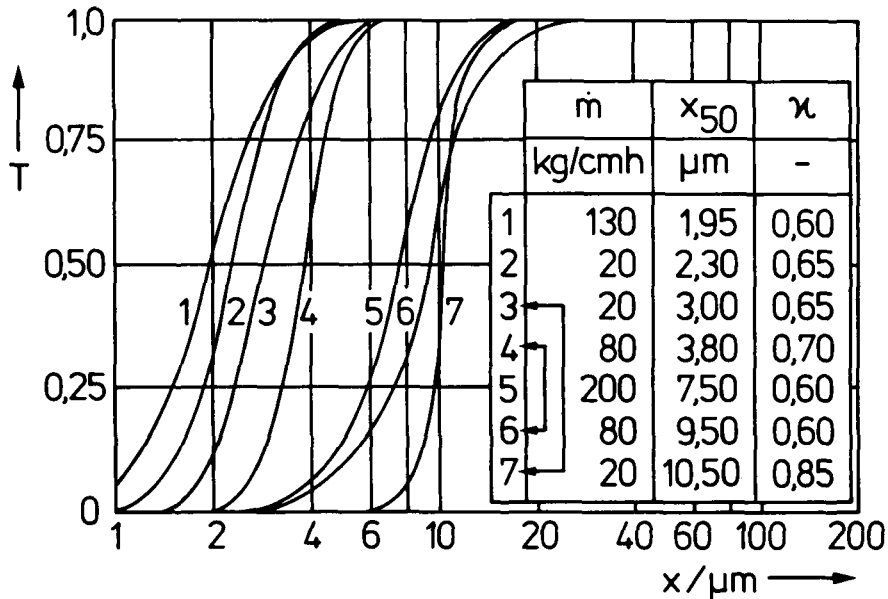


Abb. 21:
Trennkurven des Umlenk-Sichters[17]

den Faktor 100. Will man Trennungen im Trenngrenzenbereich um $1\ \mu\text{m}$ erzielen, so sind Luftgeschwindigkeiten oberhalb von ca. $150\ \text{m/s}$ erforderlich.

In Abb. 21 sind Trennkurven dieses inzwischen von einer japanischen Firma hergestellten Windsichters dargestellt. Die Trenngrenzen variieren zwischen $1,95\ \mu\text{m}$ und $10,5\ \mu\text{m}$. Bei einer mit den beschriebenen Spiralwindsichtern vergleichbaren Trennschärfe, κ , ist der einstellbare Massendurchsatz sehr viel höher. Ein $10\ \text{cm}$ breiter Sichter kann bei Trenngrenzen um $2\ \mu\text{m}$ mit Massendurchsätzen bis zu $1,5\ \text{t/h}$ betrieben werden, vergleichbare Spiralwindsichter erreichen kaum den zehnten Teil dieses Durchsatzes.

Herr Kollege Brauer, meine sehr geehrten Damen und Herren,
im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit habe ich Ihnen einen nur unvollkommenen Überblick über das Gebiet der Windsichtung geben können. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, Ihnen die beachtliche Vielfalt der Möglichkeiten aufzuzeigen und zu verdeutlichen, daß sich heute das Windsichten nicht nur auf die Trennung der Spreu vom Weizen beschränkt.

Literatur

- [1] Monumente großer Kulturen: Ägypten. H. Ebeling Verlag, Luxembourg, 1979, S. 80.
- [2] F.M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Heinz Moos Verlag München, 1965, 1337–1338.

- [3] K. Leschonski, Classification of Particles in Gases. IFPRI-Report, Mai 1981, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik, TU Clausthal.
- [4] K. Leschonski, Kennzeichnung einer Trennung. Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Bd. 2 (1972) S. 35–42.
- [5] H. Rumpf, K. Leschonski, Prinzipien und neue Verfahren der Windsichtung. Chemie-Ing.-Techn. 39 (1967) 1231–1241.
- [6] K. Leschonski, Das Klassieren disperser Feststoffe in gasförmigen Medien. Chemie-Ing.-Techn. 49 (1977) 708–719.
- [7] K. Leschonski, H. Rumpf, Principle and Contribution of Two New Air Classifiers for Size Analysis. Powder Technol. 2 (1968/69) 175–185.
- [8] M. Weilbacher, Untersuchungen zur Schwerkraft- und Fliehkraftsichtung für Teilchengrößenanalysen. Diss. Univ. Karlsruhe, 1968.
- [9] H. Rumpf, Über die Sichtwirkung einer ebenen spiraligen Luftströmung. Diss. TH Karlsruhe, 1939.
- [10] F. Ebert, Berechnung rotationssymmetrischer turbulenter Grenzschichten mit Sekundärströmung. Diss. TH Karlsruhe, 1967.
- [11] H. Rumpf, F. Kaiser, Weiterentwicklung des Spiralwindsichters (Wirbelsichters). Chem.-Ing.-Techn. 24 (1952) 129–135.
- [12] R. Fritsch, Neue Fliehkraftsichter mit ungewöhnlich weitem Trennbereich. Chemie-Technik 6 (1977) 473–476.
- [13] DFG Le 410/12-2, DFG-Forschungsvorhaben: Experimentelle und theoretische Untersuchung der Strömung in beschaufelten Rotoren von Abweiseradsichtern. Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Umweltverfahrenstechnik der TU Clausthal.
- [14] SFB 180/A3, Die Feinsttrennung in Abweiseradsichtern und deren Anwendungsgrenzen. Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Umweltverfahrenstechnik der TU Clausthal.
- [15] K. Leschonski, The Feasibility of Producing Small Cut Sizes in an Electrostatic Classifier. Powder Technol. 51 (1987) 49–59.
- [16] K.L. Metzger, Die Untersuchung eines Querstromtrennverfahrens zur automatischen Partikelgrößenanalyse. Diss. TU Clausthal, 1977.
- [17] K. Maly, Untersuchung der Partikel-Strömungsmittel-Wechselwirkung im Strahlumlenkwindsichter. Diss. Univ. Karlsruhe, 1978.

Einfluß des Wärme- und Stoffübergangs auf den Umsatz in chemischen Reaktoren

Von **Dieter Mewes**, Universität Hannover

Die chemische Industrie schenkte dem durchströmten Rohrreaktor in den letzten Jahrzehnten besondere Aufmerksamkeit. Dies gilt sowohl für Anwendungen zum Zwecke der Synthese chemischer Produkte als auch für Anwendungen zum Zersetzen umweltschädigender Substanzen in den Abgasen von Automobilen und konventionell betriebenen Kraftwerken. Der Rohrreaktor unterscheidet sich von anderen Reaktorformen durch seine einfache Geometrie. Die in ihm ablaufenden Transportvorgänge sind theoretischen Beschreibungen zugänglich. Die stoffliche Umwandlung findet in Rohrreaktoren entweder homogen im Strömungsfeld verteilt oder an der Grenzfläche zweier Phasen statt. Im letzteren Fall spricht man von einer heterogenen Reaktion. Von technischer Bedeutung sind besonders die Reaktionen, die an einer gasförmig-festen Phasengrenzfläche, d.h. der Rohrwand, ablaufen. Wirkt die feste Phase lediglich als Reaktionsmittler, so wird der Umwandlungsprozeß als heterogene katalytische Reaktion bezeichnet.

Die chemische Reaktion wird stets von einem Energieumsatz begleitet, so daß der Stoffumsatz nur in Sonderfällen unter isothermen Bedingungen stattfindet. Darüber hinaus führt der Stoffumsatz meist zu einer Molzahlvermehrung oder -verminderung. Die Nichtäquimolarität und die Temperaturänderung beeinflussen das Strömungsfeld im Reaktor. Dieses beeinflußt seinerseits den Stoff- und Wärmeaustausch.

In der Vergangenheit sind bereits zahlreiche Versuche unternommen worden, den Stoffumsatz im Rohrreaktor zu berechnen. Es wurden allerdings stets einschränkende Annahmen getroffen. In den meisten Untersuchungen wurden isotherme Betriebsbedingungen und äquimolare nicht umkehrbare Reaktionen vorausgesetzt. Im Rahmen der durchgeführten theoretischen Untersuchungen [1] wird auf diese Einschränkungen verzichtet. Es wird dargestellt welchen Einfluß

- eine nichtäquimolare heterogene Reaktion
- das chemische Gleichgewicht
- der fluiddynamische Einlauf
- eine Beheizung oder Kühlung
- temperaturabhängige Transportkoeffizienten
- Zünderscheinungen exothermer Reaktionen

auf den Stoffumsatz in laminar mit Gasen durchströmten Reaktoren haben.

1. Gleichungen für die Transportvorgänge

Die Transportvorgänge im Rohrreaktor werden durch die Bilanzgleichungen für Stoff, Wärme und Impuls betrieben. Entwickeln lassen sich diese aus den entsprechen-

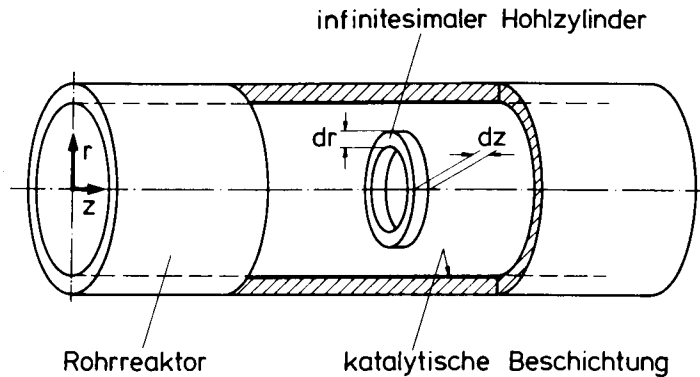


Bild 1:

Der Hohlzylinder als infinitesimaler Bilanzraum

den Bilanzen für ein differentielles Volumenelement, das für die Untersuchung einer Rohrströmung sinnvollerweise die Form eines Hohlzylinders hat. Es ist im Bild 1 dargestellt.

Den Bilanzgleichungen liegen folgende Voraussetzungen zugrunde:

- es hat sich ein stationärer Betriebszustand im Rohrreaktor eingestellt,
- das System ist axialsymmetrisch,
- die Strömung ist laminar,
- das Gas besteht nur aus den beiden Komponenten A und B,
- Zustandsänderungen des Gases können durch das ideale Gasgesetz beschrieben werden,
- die chemische Reaktion findet ausschließlich an der Rohrwand statt (heterogene Reaktion),
- es gilt das Fick'sche und Fourier'sche Gesetz für Diffusion bzw. Wärmeleitung, sowie das Newton'sche Schubspannungsgesetz,
- Energietransport durch Strahlung wird vernachlässigt,
- Thermodiffusion und Diffusionsthermik werden nicht berücksichtigt,
- die Rohrwand ist dünn, so daß axiale Wärmeleitung in ihr vernachlässigt wird.

Die Bilanzgleichungen sind partielle Differentialgleichungen des elliptischen Typs. Ihre numerische Lösung erfordert einen hohen Aufwand an Rechenzeit und Speicherkapazität. Eine Größenordnungsabschätzung zeigt, daß unter bestimmten Voraussetzungen eine Reihe von Termen in den Differentialgleichungen von untergeordneter Bedeutung sind.

Durch die Vernachlässigung des axialen molekularen Transportes entfallen die Terme, die die zweite Ableitung in axialer Richtung enthalten. Dadurch wird der zu ihrer Lösung notwendige Rechenaufwand erheblich reduziert.

Das Gleichungssystem besteht aus der Kontinuitätsgleichung,

$$\varrho \frac{\partial w_z}{\partial z} + w_z \frac{\partial \varrho}{\partial z} + \varrho \frac{\partial w_r}{\partial r} + \frac{w_r \varrho}{r} + w_r \frac{\partial \varrho}{\partial r} = 0, \quad (1)$$

die sich aus der Massenbilanz am Volumenelement ergibt. In Gl. (1) bedeuten ϱ die Dichte des Gasgemisches, w_r und w_z die Komponenten der Geschwindigkeit in Richtung der Koordinaten r und z .

Die Bilanzierung des Massenstromes der Komponente A ergibt unter Berücksichtigung der Kontinuitätsgleichung die Stofftransportgleichung

$$\begin{aligned} \varrho w_z \frac{\partial \xi_A}{\partial z} + \varrho w_r \frac{\partial \xi_A}{\partial r} - \varrho D \frac{\partial^2 \xi_A}{\partial r^2} - \frac{\varrho D}{r} \frac{\partial \xi_A}{\partial r} \\ - \varrho \frac{\partial \xi_A}{\partial r} \frac{\partial D}{\partial r} - D \frac{\partial \xi_A}{\partial r} \frac{\partial \varrho}{\partial r} = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

In Gl. (2) bedeutet ξ_A den Massenbruch der Komponente A. Es gilt

$$\xi \equiv \varrho_A / (\varrho_A + \varrho_B) \text{ und } \xi_A + \xi_B = 1.$$

Die Energietransportgleichung lautet

$$\begin{aligned} \varrho w_z \left(\xi_A c_{pA} + \xi_B c_{pB} \right) \frac{\partial T}{\partial z} + \varrho w_r \left(\xi_A c_{pA} + \xi_B c_{pB} \right) \frac{\partial T}{\partial r} - \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} \\ - \frac{\lambda}{r} \frac{\partial T}{\partial r} - \frac{\partial T}{\partial r} \frac{\partial \lambda}{\partial r} - \varrho D \left(c_{pA} - c_{pB} \right) \frac{\partial T}{\partial r} \frac{\partial \xi_A}{\partial r} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

In Gl. (3) bedeuten T die Temperatur, c_p die spezifischen Wärmen der Komponenten A und B, λ den Wärmeleitkoeffizienten des Gemisches und D den Diffusionskoeffizienten, der vereinfachend für beide Komponenten gleich und als konzentrationsunabhängig angenommen wird.

Impulsbilanzen in axialer und radialer Richtung führen auf die Bewegungsgleichungen. Wird die axiale Koordinate z positiv für aufwärts gerichtete Strömungen angenommen, so ergibt sich mit den beschriebenen Vereinfachungen für die axiale Komponente

$$\varrho w_z \frac{\partial w_z}{\partial z} + \varrho w_r \frac{\partial w_z}{\partial r} + \frac{\partial p}{\partial z} + \varrho g - \eta \frac{\partial^2 w_z}{\partial r^2} - \frac{\eta}{r} \frac{\partial w_z}{\partial r} - \frac{\partial w_z}{\partial r} \frac{\partial \eta}{\partial r} = 0 \quad (4)$$

die radiale Komponente

$$\frac{\partial p}{\partial r} = 0. \quad (5)$$

Es bedeuten g die Erdbeschleunigung, η die Viskosität des Gasgemisches und p den statischen Druck.

In den theoretischen Untersuchungen wurde den Auswirkungen einer nicht-äquimolaren Reaktion und einer damit verbundenen Temperaturänderung im Reaktor besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Eine Molekülvermehrung oder -verminderung durch die chemische Reaktion führt nach dem Satz von Avogadro zur Änderung des

statischen Druckes oder der Dichte des strömenden Gases. Die gleichen Auswirkungen hat eine Temperaturänderung im Reaktor, wie sie z.B. durch eine Beheizung, Kühlung oder die Wärmetönung der Reaktion verursacht wird. Der Zusammenhang zwischen Dichte, Temperatur und Druck wird für ideale Gase durch das ideale Gasgesetz beschrieben. Es lautet für ein Zweikomponentengemisch

$$p = \left(\xi_A + (1 - \xi_A) \frac{\mu_A}{\mu_B} \right) \frac{\rho}{\mu_A} R_g T. \quad (6)$$

Die Komponente B entsteht durch eine heterogene umkehrbare chemische Reaktion aus der Komponente A gemäß der Bruttoumsatzgleichung



Durch Stöchiometriefaktoren $\varnothing \neq 1$ werden nichtäquimolare Reaktionen beschrieben. Eine nichtäquimolare Reaktion führt zu einer Änderung der Molekülzahl ohne Änderung der Gesamtmasse. Folglich läßt sich durch den Stöchiometriefaktor auch das Verhältnis der Molmassen der beiden an der Reaktion beteiligten Komponenten beschreiben. Es gilt

$$\varnothing = \frac{\mu_A}{\mu_B}. \quad (8)$$

Die Nichtäquimolarität der Reaktion wird somit durch die Zustandsgleichung berücksichtigt.

Da sich die Untersuchungen auf heterogene Reaktionen beschränken, für die die Rohrwand lediglich eine katalytische Funktion erfüllt, wird der Reaktionsmassenstrom der Gaskomponente A gleich dem Produktmassenstrom der Komponente B. Darüber hinaus soll durch die Rohrwand kein Massenstrom zu- oder abgeführt werden. Durch jeden Strömungsquerschnitt tritt somit der gleiche Massenstrom. Dieses läßt sich ausdrücklich durch die Gleichung

$$\int_{r=0}^R \frac{\partial (w_z \varrho r)}{\partial z} dr = 0. \quad (9)$$

Die Lösung des Gleichungssystems erfolgt für wählbare über den Eintrittsquerschnitt des Rohrreaktors konstante Temperaturen und Konzentrationen sowie parabolische und kolbenförmige Geschwindigkeitsprofile.

An der Rohrwand wird weder Masse gespeichert noch freigesetzt. Auch ist sie für Massenströme undurchlässig. In axialer Richtung wird an der Rohrwand aufgrund der Haftbedingung und der vernachlässigten axialen Diffusion keine Masse transportiert. Eine Bilanz der Massenströme an der Rohrwand führt auf

$$\dot{m}_A - \dot{m}_B = 0. \quad (10)$$

Reaktions- und Produktmassenstromdichte sind entgegengesetzt gleich. Die mittlere radiale Massengeschwindigkeit w_r ist

$$w_r \equiv \frac{\sum_i Q_i w_{ri}}{\sum_i Q_i} = \frac{\sum_i \dot{m}_i}{\sum_i Q_i}. \quad (11)$$

Darin bedeuten w_{ri} die individuelle Geschwindigkeit der Komponente i . Am Reaktionsort ist die mittlere radiale Massengeschwindigkeit

$$z \geq 0 \quad r = R \quad w_r = \frac{\dot{m}_A - \dot{m}_B}{Q_A + Q_B} = 0. \quad (12)$$

Die Randbedingung für die Konzentration an der Rohrwand wird durch die nichtäquimolare umkehrbare katalytische Reaktion festgelegt. Die Komponente A bzw. das in den Reaktor eintretende Komponentengemisch

$$\sum_{(i)} v_i A_i$$

gelangt an die Rohrwand. Es zerfällt in \emptyset Mole der Komponente B, bzw. das Komponentengemisch

$$\sum_{(j)} v_{bj} B_j$$

der Reaktionsprodukte. Diese Reaktion erfolgt an der katalytisch wirksamen Rohrinnenwand gemäß der Bruttoumsatzgleichung



oder

$$\sum_{(i)} v_i A_i \rightleftharpoons \sum_{(j)} v_{bj} B_j. \quad (14)$$

Die Reaktion ist nichtäquimolar und umkehrbar. Die Reaktionsprodukte gelangen durch Diffusion und Konvektion zurück in die Kernströmung.

Die umgewandelte Massenstromdichte ergibt sich unter Anwendung des Potenzansatzes. Es gilt

$$\dot{m}_{A,R} = k \xi_A^n Q^n / \mu_A^{(n-1)} - k_b \xi_B^m Q^m \mu_A / \mu_B^m. \quad (15)$$

Das Verhältnis der beiden Geschwindigkeitskonstanten ist bekannt als Massenwirkungskonstante

$$K = \frac{k_b}{k}. \quad (16)$$

Die Geschwindigkeitskonstanten und somit auch die Massenwirkungskonstante sind Funktionen von Druck und Temperatur. Da die Druckabhängigkeit nur gering ist und im Reaktor nur geringe Druckänderungen zu erwarten sind, soll hier nur die Temperaturabhängigkeit berücksichtigt werden. Diese läßt sich für die Geschwindigkeitskonstanten durch das Arrheniusgesetz

$$k_i = k_{fi} e^{-\frac{E_i}{TR}} \quad (17)$$

darstellen. Der an der Rohrwand umgesetzte Massenstrom muß durch molekulare oder konvektive Transportprozesse an den Reaktionsort herangeführt werden. Da unmittelbar an der Rohrwand die konvektiven Transportgeschwindigkeiten w_z und w_r Null sind und in axialer Richtung keine Diffusionsströme berücksichtigt werden, muß die reagierende Massenstromdichte gleich der radialen Diffusionsstromdichte sein

$$\dot{m}_{A,D} = -\varrho D \frac{\partial \xi_A}{\partial r}. \quad (18)$$

Gleichsetzen der beiden Massenstromdichten nach Gl. (15) und (18) ergibt für

$$z \geq 0 \quad r = R \quad D \frac{\partial \xi_A}{\partial r} + k \xi_A^n (\varrho/\mu_A)^{(n-1)} - k_b \xi_B^m (\varrho/\mu_B)^{(m-1)} = 0 \quad (19)$$

die Randbedingung für den Massenbruch der Komponente A an der Rohrwand. Die Nichtäquimolarität der Reaktion wird durch das ideale Gasgesetz nach Gl. (6) zur Beschreibung der Dichte an der Rohrwand berücksichtigt. Die Randbedingung für die Temperatur an der Rohrwand wird durch die Beheizung bzw. Kühlung des Reaktors und die durch die Reaktion hervorgerufene Enthalpiestromdichte bestimmt. Da an der Rohrwand keine axialen Transportprozesse und kein radialer konvektiver Transport stattfinden, lautet die Bilanz der Wärmeströme an der Rohrwand

$$\dot{q}_{\lambda,w} + \dot{q}_{\lambda,G} + \dot{q}_R = 0. \quad (20)$$

Darin repräsentiert

$$\dot{q}_{\lambda,w} = \frac{\lambda_w}{R} \frac{T_a - T}{\ln \frac{R+d}{R}} \quad (21)$$

den Wärmestrom durch die Reaktorwand für eine vorgegebene Temperatur T_a an der Rohraußenwand. Diese Temperatur kann als beliebige Funktion der Reaktorlänge vorgegeben werden. Der molekulare Wärmetransport in die Gasströmung ergibt sich zu

$$\dot{q}_{\lambda,G} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial r}. \quad (22)$$

Der Stoffumsatz durch eine Reaktion ist in der Regel mit einem Wärmeumsatz verbunden. Der Reaktionswärmestrom beträgt

$$\dot{q}_R = (h_A - h_B) \dot{m}_{A,R}. \quad (23)$$

Ist die spezifische Enthalpie der Komponente B geringer als die der Komponente A, so wird bei der Umwandlung der Komponente A in die Komponente B Wärme freigesetzt. Die Reaktion $A \rightarrow \emptyset B$ ist exotherm.

2. Lösung des Gleichungssystems

Die beschriebenen Gleichungen bilden ein System parabolischer nichtlinearer partieller Differentialgleichungen. Sie werden durch ein implizites Differenzverfahren gelöst. Dazu werden die partiellen Ableitungen durch Differenzenquotienten an diskreten Stützstellen ersetzt. Entscheidend für die Genauigkeit des Differenzenverfahrens sind unter anderem die Abstände dieser Stützstellen, die sogenannten Schrittweiten in den beiden interessierenden Raumrichtungen. Je kleiner diese sind, desto besser stimmen die Differenzenausdrücke mit den Differentialausdrücken überein und desto geringer ist der zu erwartende Fehler. Andererseits erhöht sich mit kleiner werdenden Schrittweiten die Zahl der Stützstellen, an denen die Lösung des Differentialgleichungssystems ermittelt wird und somit die Rechenzeit. Eine enge Schrittweite ist besonders in den Bereichen des Lösungsgebietes wünschenswert, in denen steile Gradienten der Transportgrößen auftreten. Dieses ist am Rohreintritt und an der Rohrwand zu erwarten. Auf Grund dieser Überlegungen wird eine nichtäquidistante Verteilung der Stützstellen gewählt.

3. Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Da der Reaktor zur Stoffumwandlung eingesetzt wird, interessiert den Ingenieur vornehmlich der Einfluß einzelner Parameter auf den Stoffumsatz. Im Mittelpunkt der folgenden Betrachtungen soll deshalb das Konzentrationsfeld stehen. Das Temperatur- und das Strömungsfeld sollen nur in Hinblick auf ihre Bedeutung für den Stoffumsatz untersucht werden. Auch sollen die Einflußgrößen, die in bekannten Forschungsarbeiten [2 bis 13] ausgiebig diskutiert wurden, in dieser Darstellung nur eine untergeordnete Rolle spielen. In nahezu allen Untersuchungen wurde bisher die Beeinflussung des Strömungsfeldes durch die Reaktion oder durch eine Temperaturänderung ausgeschlossen. Die bekannten Ergebnisse sind deshalb nur auf isotherm betriebene Reaktoren anwendbar, in denen eine äquimolare Reaktion stattfindet. Die Einflüsse einer nichtäquimolaren Reaktion sowie einer Temperaturänderung bilden daher die Schwerpunkte der vorliegenden Darstellung. Dabei wird in den Abschnitten 3.1 bis 3.3 zunächst von einer konstanten Wandtemperatur des Reaktors ausgegangen, die gleich der Eintrittstemperatur des Gasgemisches ist.

3.1 Einfluß der Nichtäquimolarität der chemischen Reaktion auf den Stoffumsatz

Die meisten chemischen Reaktionen sind mit einer Änderung der Zahl der Moleküle verbunden. Derartige nichtäquimolare Reaktionen führen ebenso wie Temperaturänderungen im Reaktor zu Dichteänderungen in der Gasströmung. Aus der Kontinuitätsgleichung folgt, daß eine lokale Dichteänderung eine Änderung der Axial- und Radialgeschwindigkeit bewirkt. Die nichtäquimolare Reaktion hat die Funktion einer Volumenquelle oder -senke und beeinflusst dadurch das Strömungsfeld und den Stoffumsatz. Für den Fall des isotherm betriebenen Reaktors, in dem eine nichtäquimolare nicht umkehrbare heterogene Reaktion stattfindet, sind in **Bild 2** die Verläufe des über

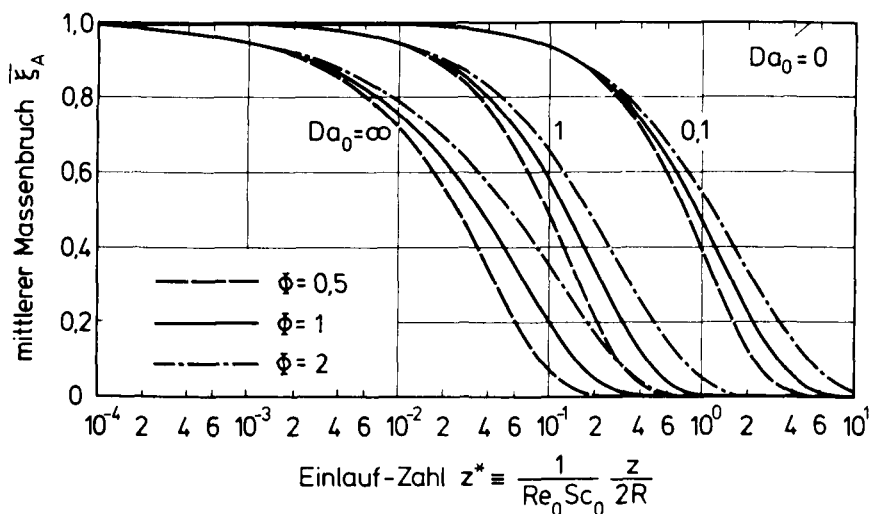


Bild 2:

Der mittlere Massenbruch als Funktion der Einlauf-Zahl
 Parameter: Damköhler-Zahl Da_0 , Stöchiometriefaktor

den Rohrquerschnitt gemittelten Massenbruchs der Komponente A als Funktion der dimensionslosen Reaktorlänge für verschiedene Werte des Stöchiometriefaktors Φ und der Damköhler-Zahl Da_0 dargestellt. Wie schon die vorausgegangenen Überlegungen zeigten, wird der Stoffumsatz von der Volumenstromänderung beeinflusst, die infolge der ablaufenden Reaktion eintritt.

Die dimensionslose Reaktorlänge wird auch als Einlauf-Zahl bezeichnet. Sie lautet

$$z^* \equiv \frac{1}{Re_0 Sc_0} \frac{z}{2R} \quad (24)$$

und enthält neben der Koordinate in Richtung der Rohrachse nur Größen, die von den Parametern am Reaktoreintritt abhängen und sich längs des Reaktors nicht ändern. Es bedeuten

$$Re_0 \equiv \frac{w_{z0} 2R \varrho_0}{\eta_0} \quad \text{die Reynolds-Zahl,} \quad (25)$$

$$Sc_0 \equiv \eta_0 / (\varrho_0 D_0) \quad \text{die Schmidt-Zahl,} \quad (26)$$

$$Da_0 \equiv \frac{k_0 \varrho_0^{n-1} R}{D_0 \mu_A^{n-1}} \quad \text{die Damköhler-Zahl} \quad (27)$$

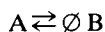
für die Reaktion $A \rightarrow \emptyset B$. w_{z0} ist die axiale Geschwindigkeit, ϱ_0 die Dichte, η_0 die Viskosität, D_0 der Diffusionskoeffizient der Komponente A und μ_A deren Molmasse, jeweils als über den Eintrittsquerschnitt des Rohrreaktors gemittelte Parameter.

Findet in dem Rohrreaktor eine volumenvermehrende Reaktion mit $\varnothing > 1$ statt, so wird für einen gewünschten Stoffumsatz ein längerer Reaktor benötigt als für eine äquimolare Reaktion. Unter gleichen Eintrittsbedingungen läßt sich ein entsprechender Umsatz für eine volumenvermindernde Reaktion $\varnothing < 1$ in einem kürzeren Reaktor erzielen. Die Ursache hierfür ist in Änderungen der Axial- und Radialgeschwindigkeiten zu suchen.

Rechnungen mit Stöchiometriefaktoren $0,5 < \varnothing < 2$ ergeben, daß der konvektive radiale Massentransport lediglich für große Damköhler-Zahlen und kleine Werte der Einlauf-Zahl örtlich maximal 13% des diffusiven Transportes beträgt. In der Regel liegt der Wert weit unter 10%. Selbst im Fall von Reaktionen, die zu einer Volumenänderung um den Faktor 3 führen, beträgt das Verhältnis der radialen Massenströme weniger als 10%, in lokalen Extremfällen ca. 18%. Die Radialgeschwindigkeit, verursacht durch eine nichtäquimolare Reaktion, hat somit nur einen unbedeutenden Einfluß auf den Stoffumsatz.

3.2 Der Einfluß des chemischen Gleichgewichtes auf den Stoffumsatz

Sehr viele chemische Reaktionen verlaufen umkehrbar. Es soll daher angenommen werden, daß die Reaktion



in beiden Richtungen verlaufen kann. Die Komponente A zerfällt in \varnothing Moleküle der Komponente B und wird gleichzeitig aus diesen Molekülen gebildet. Zwischen diesen Teilreaktionen stellt sich ein chemisches Gleichgewicht ein, wenn die Bildungsgeschwindigkeit gleich der Zerfallgeschwindigkeit ist.

Im Folgenden soll der Einfluß des chemischen Gleichgewichts auf den Stoffumsatz für eine isotherme äquimolare Reaktion beschrieben werden, die in beiden Reaktionsrichtungen 1. Ordnung ist. Für diesen Fall ist in **Bild 3** der Verlauf des mittleren Massenbruches der Komponente A als Funktion der Einlauf-Zahl für verschiedene Werte der Damköhler-Zahl Da_0 und der dimensionslosen Massenwirkungskonstanten dargestellt. Für sehr große Reaktorlängen nimmt der mittlere Massenbruch die Gleichgewichtskonzentration an.

Die Gleichgewichtskonzentration ist dann nur eine Funktion der dimensionslosen Massenwirkungskonstanten. Mit steigenden Werten der Massenwirkungskonstanten verlagert sich das Gleichgewicht der Reaktion mehr auf die Seite der Komponente A. Eine weitere Folge der Rückbildungsreaktion wäre ein langsamerer Umsatz der Komponente A im Reaktor.

Der Einfluß der Rückreaktion auf den Umsatz der Komponente A ist dann besonders ausgeprägt, wenn am Reaktionsort eine große Konzentration der Komponente B vorliegt. Dieses ist für große Werte der Damköhler-Zahl schon im Bereich kleinerer Werte der Einlauf-Zahl der Fall. Der den Umsatz verzögernde Einfluß der Rückreaktion ist daher für große Werte der Damköhler-Zahl besonders ausgeprägt.

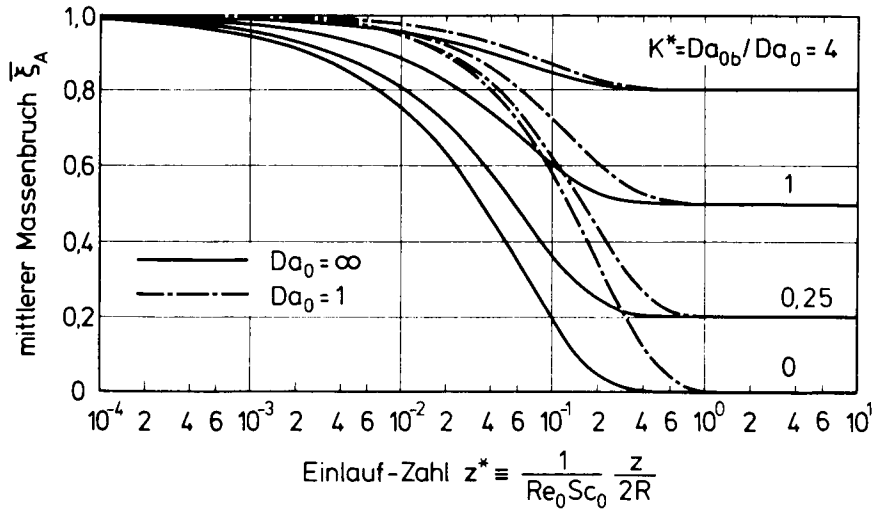


Bild 3:

Der mittlere Massenbruch als Funktion der Einlauf-Zahl
 Parameter: Damköhler-Zahl Da_0 , Massenwirkungskonstante K^*

Im **Bild 3** bedeutet

$$Da_{0b} \equiv \frac{k_{b0} Q_0^{m-1} R}{D_0 \mu_B^{m-1}} \quad \text{die Damköhler-Zahl} \quad (28)$$

der Rückreaktion $A \leftarrow \emptyset B$, welche mit den gemittelten Stoffwerten im Eintrittsquerschnitt des Reaktors zu berechnen ist.

3.3 Chemische Reaktion im Bereich des fluiddynamischen Einlaufs

Der Mehrzahl der Forschungsarbeiten, die die Untersuchung des Stoffumsatzes im Rohreaktor zum Inhalt haben, liegt die Annahme eines fluiddynamisch ausgebildeten Geschwindigkeitsprofils zu Grunde. In den vorausgegangenen Abschnitten wurden bereits Veränderungen der Strömung bedingt durch die heterogene Reaktion berücksichtigt. Vorausgesetzt wurde allerdings, daß das Geschwindigkeitsprofil im Eintrittsquerschnitt eine parabolische Form besaß. Nun soll angenommen werden, daß die Geschwindigkeit der Gasströmung am Reaktoreintritt über den Querschnitt konstant ist. Konzentrations- und Geschwindigkeitsprofil bilden sich daher gleichzeitig aus. Entsprechende Verhältnisse sind zu beobachten, wenn das Gas aus einem Behälter in den Reaktor einströmt.

In **Bild 4** ist der mittlere Massenbruch der Komponente A als Funktion der Einlauf-Zahl für verschiedene Damköhler-Zahlen einer zu Beginn der Reaktion nicht ausgebildeten Strömung dargestellt. Die Reaktion sei äquimolar und beeinflusst daher das Strö-

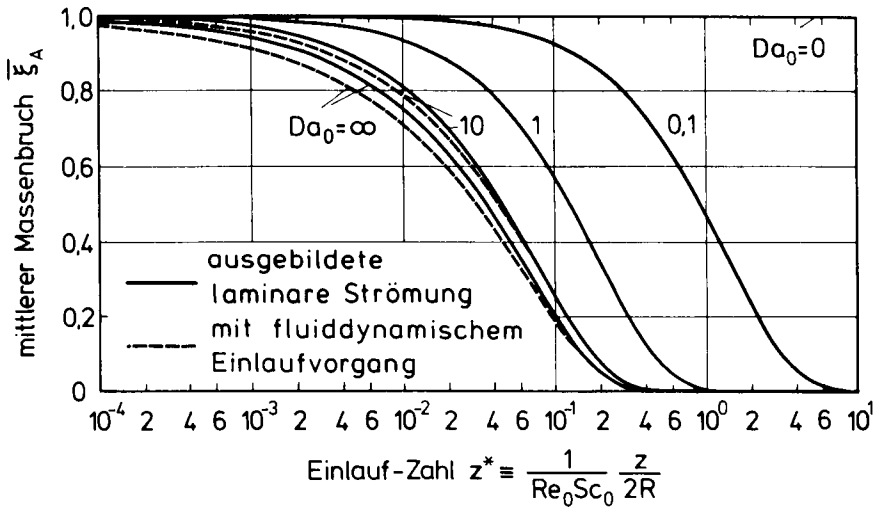


Bild 4:

Der mittlere Massenbruch als Funktion der Einlauf-Zahl für verschiedene Werte der Damköhler-Zahl Da_0 mit und ohne Berücksichtigung des fluiddynamischen Einlaufvorgangs

mungsfeld nicht. Die Funktionsverläufe des mittleren Massenbruches, die sich ergeben, wenn zu Beginn der Reaktion ein parabolisches Geschwindigkeitsprofil vorliegt, sind ebenfalls in die Darstellung mit aufgenommen worden. Es ist zu erkennen, daß der Stoffumsatz nur im Falle großer Werte der Damköhler-Zahl durch den fluiddynamischen Einlauf beeinflusst wird.

3.4 Der nicht-isotherme Reaktor

Bisher wurden für alle im Reaktor ablaufenden Transportvorgänge konstante Temperaturen angenommen. Die Ergebnisse gelten somit nur für unbeheizte und ungekühlte Reaktoren, in denen die Reaktionen ohne Wärmetönung stattfinden. Praxisnäher sind jedoch nichtisotherme Reaktionsbedingungen.

Zunächst wird angenommen, daß der Reaktor von außen beheizt oder gekühlt wird. Die Temperatur an der Außenwand des Reaktors, sie war bisher konstant, weicht jedoch von der Eintrittstemperatur T_0 ab. Sie wird mit T_a bezeichnet und lautet in dimensionsloser Form

$$T_a^* = T_a/T_0 \quad (29)$$

Dies entspricht dem in der Praxis häufig vorliegenden Fall eines von außen beheizten oder gekühlten Rohrbündelreaktors. Der Wärmetransport erfolgt im Außenraum wesentlich intensiver als in den Rohren. Die Wärmeleitfähigkeit der Rohrwand ist für technische Reaktoren, deren Wandmaterial aus Stahl oder Keramik besteht, um ein

Vielfaches größer als die Wärmeleitfähigkeit des Gases selbst. Die Temperatur an der Rohraußenwand weicht daher nur geringfügig von der Temperatur an der Rohrrinnenwand, dem Reaktionsort, ab. Die Variation der Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten mit der Temperatur kann somit zunächst vernachlässigt werden. Sie nimmt den über die Reaktorlänge konstanten Wert $k^*(T_a^*)$ an und wird im folgenden mit der Damköhler-Zahl Da_0 zu einer modifizierten Damköhler-Zahl

$$Da' = Da_0 k^*(T_a^*) \quad (30)$$

zusammengefaßt. die Temperaturänderung des Gasgemisches im Reaktor wird deshalb nur über die Dichteänderung und die temperaturabhängigen Transportkoeffizienten den Stoffaustausch beeinflussen. Auf Grund des guten Wärmeüberganges durch die Rohrwand ist kein Einfluß unterschiedlicher Reaktionsenthalpien auf den Stoffumsatz zu beobachten.

Um die verschiedenen Einflüsse einer Temperaturänderung im Reaktor auf den Stoffaustausch darstellen zu können, sollen die Transportkoeffizienten zunächst als Konstante angenommen werden. Eine Beheizung oder Kühlung des Reaktors führt deshalb primär nur zu einer Dichteänderung. Das Geschwindigkeitsprofil am Reaktoreintritt sei parabolisch. In **Bild 5** ist der Verlauf des mittleren Massenbruches der Komponente A als Funktion der Einlauf-Zahl für verschiedene Werte der modifizierten Damköhler-Zahl Da' und der Rohraußenwandtemperatur T_a^* dargestellt.

Die Beheizung oder Kühlung des Reaktors führt zu einer Dichteänderung der Gasströmung und damit zu einer Verkürzung bzw. Verlängerung der Verweilzeit des Reak-

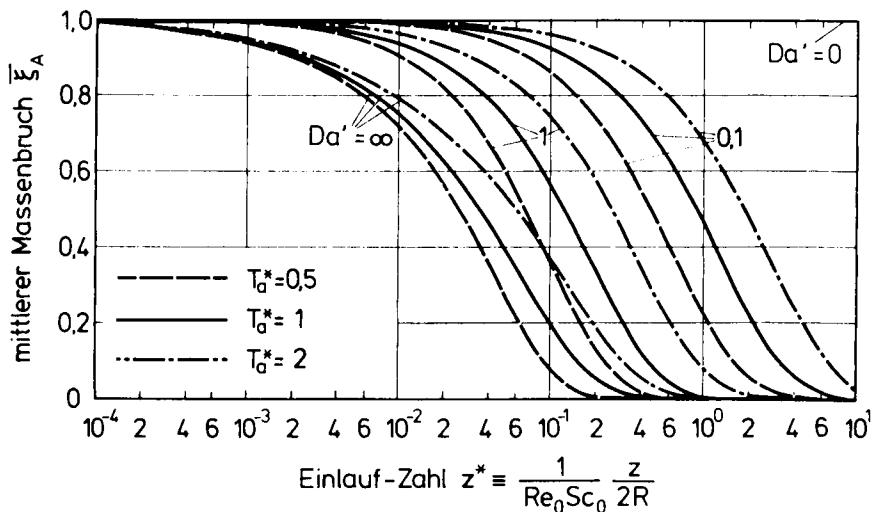


Bild 5:
Der mittlere Massenbruch als Funktion der Einlauf-Zahl
Parameter: Damköhler-Zahl Da' , Temperatur an der Rohraußenwand T_a^*

tionsgases im Reaktor. Die zu einem bestimmten Umsatz benötigte Reaktorlänge ist um so geringer, je länger die Verweilzeit des Gases im Reaktor ist. Eine Kühlung führt somit zu einer Verbesserung des Stoffumsatzes, vorausgesetzt die Transportkoeffizienten sind von der Temperatur unabhängig. Die Änderung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit und damit der Verweilzeit ist direkt proportional der Änderung der mittleren Temperatur im Reaktor. Dichteänderungen bedingt durch Temperaturänderungen haben somit den gleichen Einfluß auf den Stoffaustausch wie Dichteänderungen als Folge einer nichtäquimolaren Reaktion.

Stoff- und Wärmeübergang finden jedoch nicht in jedem Fall im gleichen Abschnitt des Reaktors statt. Kleine Werte der Damköhler-Zahl führen dazu, daß der Wärmeübergang räumlich vor dem Stoffübergang abgeschlossen wird. In diesem Fall weicht die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Reaktionszone am deutlichsten von der im isothermen Reaktor ab. Der Einfluß einer Temperaturänderung ist deshalb unter diesen Umständen besonders ausgeprägt.

3.5 Einfluß von Zündvorgängen auf den Stoffumsatz adiabater Reaktoren

Den bisher beschriebenen Ergebnissen liegt die Annahme einer konstanten Rohraußenwandtemperatur zugrunde. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit der Rohrwand ist diese Annahme gleichbedeutend mit der Annahme einer konstanten Temperatur an der Rohrrinnenwand. Nun soll am Beispiel des adiabaten Reaktors der Stoff- und Energietransport infolge einer nichtisothermen nicht umkehrbaren Reaktion untersucht werden. Im Falle einer adiabaten Reaktionsführung verbleibt die gesamte freiwerdende Enthalpie einer exothermen Reaktion in der Gasströmung. Die Reaktionsenthalpie einer endothermen Reaktion wird dem Gasstrom entnommen. Stark exotherme oder endotherme Reaktionen führen zu erheblichen Temperaturänderungen im Reaktor. Die Änderung der mittleren Temperatur läßt sich durch eine Energiebilanz für den adiabaten Reaktor aus dem Stoffumsatz und der Reaktionsenthalpie ermitteln.

Stark exotherme oder endotherme Reaktionen können dazu führen, daß die Temperatur am Reaktionsort erheblich von der mittleren Temperatur der Gasströmung abweicht. Hohe Temperaturgradienten sind erforderlich, um die Reaktionswärme vom Reaktionsort in den Gasstrom abzuleiten, bzw. den Wärmebedarf der Reaktion aus dem Gasstrom zu decken. Welche Folgen eine Temperaturänderung der Rohrwand auf den Stoffumsatz hat, läßt sich aus der Randbedingung für den Massenbruch an der Rohrwand Gl. (19) abschätzen. Der Stoffumsatz ist demnach maßgeblich eine Funktion des Verhältnisses aus Reaktionsgeschwindigkeits- und Diffusionskoeffizient. Da die Reaktionsgeschwindigkeit und die Diffusion stark temperaturabhängig sind, wird eine Temperaturerhöhung im Falle einer Reaktion 1. Ordnung zu einem Anstieg der örtlichen Damköhler-Zahl führen, wenn der Temperaturgradient des Reaktionsgeschwindigkeits- größer als der des Diffusionskoeffizienten ist. Dann wird die Wärmeentwicklung einer exothermen Reaktion zu einer Selbstbeschleunigung dieser Reaktion führen. Entsprechend würde eine endotherme Reaktion verzögert werden.

Die Temperatur am Reaktionsort ist durch das Gleichgewicht der dort zu- und abgeführten Enthalpieströme festgelegt. Die durch die Reaktion in den Reaktor eingebrachte Energie wird durch die Reaktionsenthalpie bestimmt. Der durch die Reaktion freigesetzte Enthalpiestrom ist direkt mit dem reagierenden Massenstrom verknüpft. Dieser wird maßgeblich durch die Damköhler-Zahl und der von der Temperatur abhängigen Reaktionsgeschwindigkeit geprägt. Das Verhältnis der zum Reaktionsort transportierten Massen- und Wärmeströme wird durch die Lewis-Zahl beschrieben. Die Lewis-Zahl lautet

$$Le_0 = \lambda_0 / (Da_0 \varrho_0 c_{p0}), \quad (31)$$

wobei λ_0 der Wärmeleitkoeffizient, D_0 der Diffusionskoeffizient der Komponente A, ϱ_0 die mittlere Dichte und c_{p0} die mittlere spezifische Wärme, Stoffwerte des Gemisches darstellen, die jeweils über den Eintrittsquerschnitt des Reaktors gemittelt sind.

Der Stoffaustausch wird im adiabaten Reaktor von der Reaktionsenthalpie, der Aktivierungsenergie, der Lewis-Zahl und der Damköhler-Zahl beeinflusst. Entsprechende Untersuchungen für den turbulent durchströmten Reaktor wurden von Asbeck [6] durchgeführt. Im folgenden soll der Einfluß der genannten Parameter auf den Stoffaustausch im laminar durchströmten Reaktor dargestellt werden.

In **Bild 6** ist die Reaktionsenthalpie als Parameter eingetragen. Von besonderer technischer Bedeutung sind exotherme Reaktionen. Aus diesem Grunde sollen lediglich positive Werte der Reaktionsenthalpie betrachtet werden. Für kleine Werte der

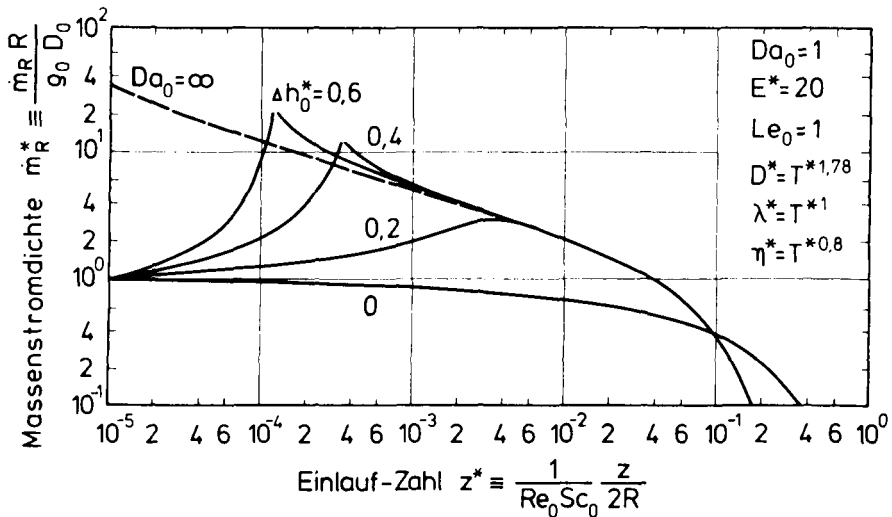


Bild 6:

Die reagierende Massenstromdichte als Funktion der Einlauf-Zahl
Parameter: Reaktionsenthalpie Δh_0^*

Einlauf-Zahl nähert sich die reagierende Massenstromdichte einem Grenzwert, da die Reaktion unmittelbar am Reaktoreintritt zu keinem bedeutenden Stoffumsatz führt.

Mit zunehmende Werten der Einlauf-Zahl steigt die Reaktionsgeschwindigkeit bedingt durch die Wärmeentwicklung der Reaktion exponentiell an. Der ursprünglich durch die Reaktion gehemmte Stoffumsatz wird zunehmend durch die Diffusion kontrolliert. Die Wandkonzentration nimmt stark ab, so daß schließlich die stark temperaturabhängige Reaktionsgeschwindigkeit ihren Einfluß auf den Stoffumsatz verliert. Die reagierende Massenstromdichte nimmt ebenfalls ab und nähert sich den Werten, die sich ergeben, wenn der Stoffumsatz vom Rohreintritt an durch die Diffusion kontrolliert wird ($Da = \infty$). Die Reaktion kommt schließlich zum Erliegen. Im Falle stark exothermer Reaktionen kann es unter bestimmten Bedingungen zu einem sprunghaften Übergang von der Reaktionshemmung zur Diffusionshemmung kommen. Dieser Vorgang wird als Zünden bezeichnet.

Der sprunghafte Übergang von der Reaktions- zur Diffusionshemmung spiegelt sich in einem extremen Anstieg der Massenstromdichte wieder. Dabei treten örtlich größere Werte des reagierenden Massenstromes auf als im Falle einer bereits am Reaktoreintritt diffusionskontrollierten Reaktion. Die Ursache liegt darin, daß in der Zone des Reaktors, in der das Zünden stattfindet, Temperatur- und Konzentrationsprofile vorliegen, die denen eines diffusionskontrollierten Stoffumsatzes am Rohreintritt entsprechen. Da eine Voraussetzung für das Zünden die starke Wärmeentwicklung durch die Reaktion ist, ist das Zünden um so ausgeprägter je größer die Reaktionsenthalpie

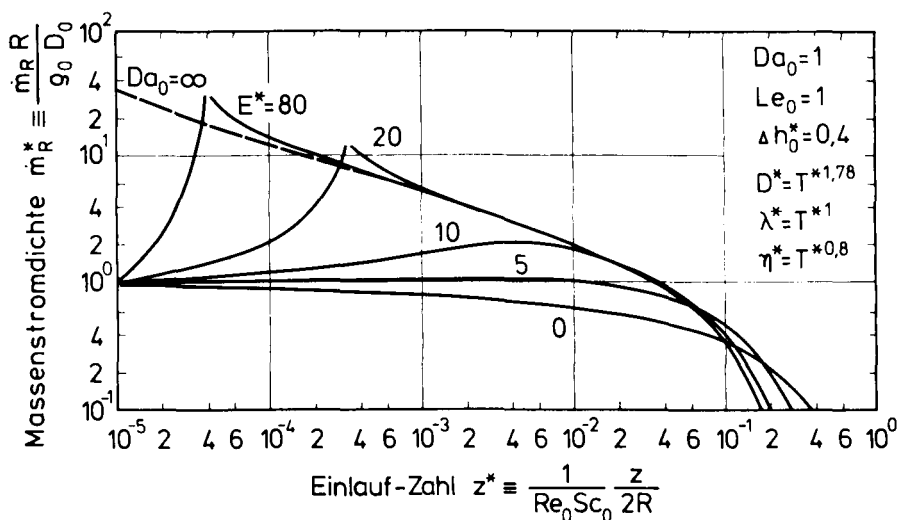


Bild 7:

Die reagierende Massenstromdichte als Funktion der Einlauf-Zahl

Parameter: Aktivierungsenergie E^*

ist. Darüber hinaus verlagert sich der Ort des Zündens mit steigenden Werten der Reaktionsenthalpie zu kleineren Rohrlängen.

Der Einfluß der Aktivierungsenergie auf den Stoffumsatz wird im **Bild 7** dargestellt. Die Aktivierungsenergie beeinflusst die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit.

Für die Reaktion $A \rightarrow \emptyset B$ lautet das Arrheniusgesetz

$$k^* \equiv k/k_0 = e^{E^* (1-1/T^*)}. \quad (32)$$

Es bedeuten $E^* \equiv E/R_g T_0$ die dimensionslose Aktivierungsenergie, R_g die Gaskonstante, T_0 die Eintrittstemperatur und $T^* \equiv T_a/T_0$ die dimensionslose Wandtemperatur, sowie k und k_0 die Reaktionsgeschwindigkeitskoeffizienten jeweils am Reaktionsort und im Eintrittsquerschnitt.

Je empfindlicher die Reaktion auf Temperaturänderungen reagiert, desto schneller vollzieht sich der Übergang von der Reaktionshemmung zur Diffusionshemmung. Geringe Werte der Aktivierungsenergie können dazu führen, daß der Diffusionskoeffizient eine stärkere Temperaturabhängigkeit aufweist als die Reaktionsgeschwindigkeit. Der durch die Wärmetönung der Reaktion bedingte Temperaturanstieg führt dann zu einer Verringerung der lokalen Damköhler-Zahl und damit zu einer Verschlechterung des Stoffumsatzes. Die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit führt dann bei geringen Werten der Aktivierungsenergie nur zu einer geringfügigen Erhöhung

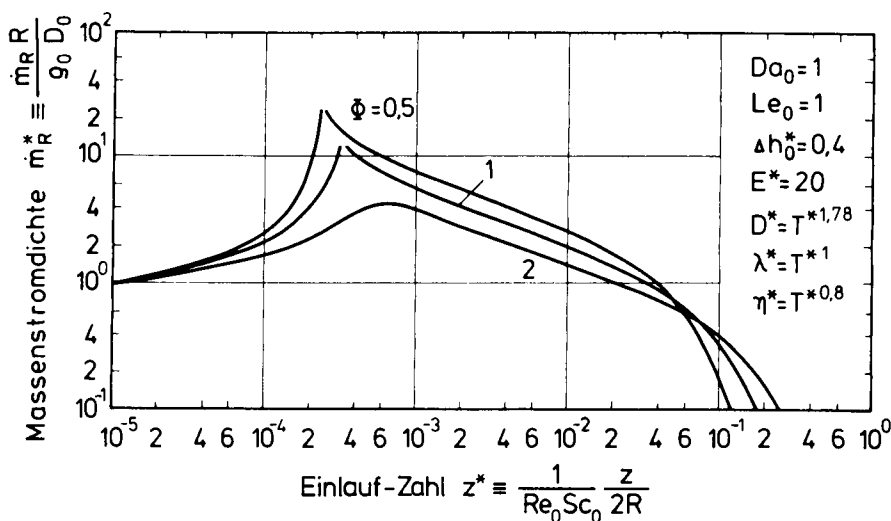


Bild 8:

Die reagierende Massenstromdichte als Funktion der Einlauf-Zahl

Parameter: Stöchiometriefaktor

der örtlichen Damköhler-Zahl. Es findet zwar eine Beschleunigung der Reaktion jedoch kein Übergang von der Reaktions- zur Diffusionshemmung statt. Für die genannten Fälle geht der Funktionsverlauf der reagierenden Massenstromdichte für große Einlauf-Zahlen somit auch nicht in die Grenzkurve $Da_0 = \infty$ über.

Ausgangspunkt der vorgestellten Untersuchungen war der Stoffumsatz für nicht-äquimolare Reaktionen. **Bild 8** dient dazu, den Einfluß der Nichtäquimolarität einer heterogen verlaufenden Reaktion im adiabaten Reaktor darzustellen. Die Kurven geben wiederum den Verlauf der reagierenden Massenstromdichte als Funktion der Einlauf-Zahl wieder. Demnach ist ein besonders ausgeprägter Anstieg der Massenstromdichte zu beobachten, wenn die Reaktion zu einer Volumenstromabnahme führt. Die Folgen einer nichtäquimolaren Reaktion auf den Stoffumsatz wurden oben schon hinreichend erläutert. Der gewünschte Umsatz einer volumenvermindernden Reaktion erfolgt in einem kürzeren Rohr als der einer volumenvermehrenden Reaktion. Die Folge ist eine größere reagierende Massenstromdichte und somit ein deutlicher Temperaturanstieg am Reaktionsort. Darüber hinaus wird der Energietransport durch die Radialgeschwindigkeit behindert, die für $\phi < 1$ und kleine Werte der Einlauf-Zahl zur Rohrwand gerichtet ist. Die Folge ist ein zusätzlicher Anstieg der Reaktionstemperatur. Die Selbstbeschleunigung der Reaktion ist entsprechend ausgeprägter.

3.5 Parametersensitivität des Zündens

Der sprunghafte Übergang von der Reaktions- zur Diffusionshemmung, der als Zünden der Reaktion bezeichnet wird, ist nur oberhalb einer bestimmten Eintrittstemperatur, der sog. Zündtemperatur des Reaktionsgemisches im adiabaten Rohrreaktor zu beobachten. Wird seine Temperatur gesenkt, so tritt unterhalb einer bestimmten Temperatur, der sog. Löschttemperatur, ein Verlöschen der Reaktion ein. Zünd- und Löschttemperatur unterscheiden sich. Sie zeigen eine große parametrische Empfindlichkeit, insbesondere, wenn die Reaktorwände nicht adiabatisch sind. Dann findet eine zusätzliche Aufheizung oder Kühlung des Reaktionsgemisches am Reaktionsort statt. Eigenberger und Schuler [15] sowie Young und Finlayson [16] haben diese Fälle untersucht. Sie stellen fest, daß stationäre Temperatur- und Konzentrationsprofile sowie deren parametrische Empfindlichkeit im Bereich gezündeter Reaktionen auf theoretischem Wege zu ermitteln sind. Hierfür ist es notwendig, neben der radialen Konduktion und Diffusion auch die axiale Wärmeleitung in der Rohrwand zu berücksichtigen. Abschätzungen wurden durchgeführt mit den für Transportvorgänge ohne chemische Reaktion in Wandnähe bekannten Wärmeübergangskoeffizienten. Die unter dieser Annahme errechneten parametrischen Empfindlichkeiten mehrfach stationärer Temperatur- und Konzentrationsprofile in Rohrreaktoren werden von Young und Finlayson [16] mit experimentellen Ergebnissen verglichen. Sie zeigten keine Übereinstimmung. Die Annahmen können somit nicht angewendet werden, um mehrfach stationäre Zustände exothermer Rohrreaktoren zu untersuchen. Hierzu sind verfeinerte mathematische Methoden notwendig.

4. Zusammenfassung

Für ein laminar gasförmig durchströmtes Reaktionsrohr, an dessen Innenfläche eine nichtäquimolare heterogene Reaktion mit Wärmetönung abläuft, wird die wechselseitige Beeinflussung von Stoff-, Wärme- und Impulstransport sowie der chemischen Reaktion theoretisch untersucht.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen die Auswirkungen

- der Nichtäquimolarität der Reaktion
- des chemischen Gleichgewichtes
- der Beheizung oder Kühlung des Reaktors und
- der in adiabaten betriebenen Reaktoren auftretenden Zünderscheinungen

auf den Stoffumsatz. Die Ergebnisse werden vornehmlich anhand der Konzentrationsprofile erläutert.

Die Berechnungen zeigen, daß der Stoffumsatz maßgeblich durch die Verweilzeit des Reaktionsgases im Reaktor beeinflußt wird. Dichteänderungen bedingt durch eine nichtäquimolare Reaktion oder durch eine Beheizung bzw. Kühlung des Reaktors führen zu einer deutlichen Änderung der Verweilzeit und damit zu einer Änderung des Stoffumsatzes. Ist die chemische Reaktion umkehrbar, so verlangsamt sich der Stoffumsatz. Der Stoffumsatz ist in diesem Fall nicht vollständig. Die Konzentration im Reaktor nähert sich asymptotisch einem endlichen Grenzwert, der durch die Größe der Massenwirkungskonstanten festgelegt ist. Unter den variablen Transportkoeffizienten hat besonders der stark temperaturabhängige Diffusionskoeffizient einen großen Einfluß auf den Stoffumsatz im Bereich der Diffusionshemmung. Im Einlaufbereich eines adiabaten Reaktors können bei exothermen Reaktionen Zünderscheinungen auftreten. Die Bedingungen hierfür hängen vom Zusammenwirken von Stoff- und Wärmeübergang sowie der Reaktionskinetik ab. Die parametrische Empfindlichkeit der nach dem Zünden sich einstellenden stationären Temperatur- und Konzentrationsprofile wurden für eine Reaktion erster Ordnung in Abhängigkeit von der Reaktionsenthalpie, der radialen Wärmeleitung und Diffusion im Fluid sowie der reaktionskinetischen Parameter untersucht. Die Ergebnisse sind graphisch in Form der örtlichen Massenstromdichten als Funktion der Reaktorlänge dargestellt.

Literatur

- [1] S. Quest: Stoffaustausch in Rohrreaktoren; Diss. Univ. Hannover, 1986.
- [2] G. Damköhler: Einfluß von Diffusion, Strömung und Wärmetransport auf die Ausbeute bei chemisch-technischen Reaktionen; Der Chemie-Ingenieur, Band 3, 1. Teil, S. 359–485, Leipzig 1937.
- [3] F. Fetting: Das Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportprozessen bei der katalytischen Umwandlung von Para- und Ortho-Wasserstoff an Palladium; Habilitationsschrift, Hannover 1962.
- [4] H. Brauer, H. Schlüter: Konvektiver Stoffaustausch mit heterogener chemischer Reaktion; Chem. Ing. Techn. 37 (1965) 11, 1107/1117.

- [5] A. Seifert, H. Schmidt: Stoffaustausch bei heterogener chem. Reaktion beliebiger Ordnung im Rohrreaktor; *Chem. Ing. Techn.* 39 (1967) 9/10, 593/601.
- [6] V. Asbeck: Berechnung des Stoff- und Energietransports der turbulenten Rohrströmung unter Berücksichtigung einer isothermen heterogenen Reaktion beliebiger Ordnung; *Dissertation Universität Berlin* (1971).
- [7] R. Rennhack: Einfluß der Molzahländerung auf den chemischen Umsatz gasdurchströmter Reaktoren; *Chem. Ing. Techn.* 38 (1966) 7, 711/716.
- [8] Z.K. Telli: Theoretische Untersuchung der Molzahländerungseffekte im Strömungsreaktor; *Dissertation Technische Universität Wien* (1972).
- [9] H.F. Bauer: Diffusion, convection and chemical reaction in a circular cylindrical tube; *Chem. Ing. Tech.* 47 (1975) 20, 861.
- [10] Vi-D. Dang, M. Steinberg: Laminar flow mass transfer with axial diffusion in a tube with chemical reaction; *Chem. Eng. Science* 32 (1977), 326/328.
- [11] D.L. Ulrichson, R.A. Schmitz: Chemical reaction in the entrance length of a tubular reactor; *Ind. & Eng. – Chemistry Fundamentals* 4 (1965) 1, 2/7.
- [12] C.-Y. Chang, Y.-T. Chern: Laminar heat and mass transfer with arbitrary order heterogeneous and homogeneous reactions; II. In an circular tube; *Chem. Eng. J.* 32 (1986) 2, 117/120.
- [13] P. Murray, G.F. Carey: Finite element analysis of man transport through a viscous fluid with reaction; *Chem. Eng. Sci* 42 (1987) 12, 2833–2846.
- [14] G. Eigenberger: Stabilität und Dynamik heterogen katalytischer Reaktionssysteme; *Chem. Ing. Technik* 50 (1978) 12, 924–933.
- [15] G. Eigenberger, H. Schuler: Reaktorstabilität und sichere Reaktionsführung; *Chem.-Ing. Techn.* 58 (1986), 655/665.
- [16] L.C. Young, B.A. Finlayson: Mathematical models of the monolith catalytic converter; *AIChE Journal* 22 (1976) 2, 331/353 und 25 (1979) 1, 192/196.

**Feierliche Jahresversammlung 1988
am 24. Juni 1988
in der Dornse des Altstadtrathauses Braunschweig
– Begrüßung und Bericht des Vizepräsidenten der BWG –**

Hochansehnliche Festversammlung,
meine sehr verehrten Damen,
meine sehr geehrten Herren!

Unser verehrter Herr Präsident Prof. Dr. Oberbeck hat vor einigen Tagen einen Herzanfall erlitten. Es geht ihm inzwischen schon etwas besser, jedoch nicht gut genug, die heutige Feierliche Jahresversammlung zu leiten. Seine verehrte Gattin, Frau Dr. Oberbeck-Jacobs, ist heute anwesend. Ich bitte Sie, Ihrem Mann zu bestellen, daß wir hier alle an ihn denken und ihm herzlichst baldige und völlige Genesung wünschen.

Die Satzung schreibt vor, daß der Vizepräsident den Präsidenten vertritt, sie legt gleichzeitig fest, daß der dienstälteste Klassenvorsitzende Vizepräsident ist. Dies bin zu meiner eigenen Überraschung ich.

So habe ich heute die Aufgabe und Ehre, Sie auf unserer Feierlichen Jahresversammlung 1988 herzlich willkommen zu heißen und für ihr Erscheinen zu danken.

Mein erster Gruß gilt unseren beiden Abgeordneten, Herrn **Clemens** als Abgeordneter im Bundestag und Herrn **Herbst** als Abgeordneter im Niedersächsischen Landtag. Von der Bezirksregierung Braunschweig heiße ich Herrn Vizepräsident **Schnöckel** herzlich willkommen.

Vom Rat der Stadt Braunschweig begrüße ich die Ratsherren **Rackwitz, Lieberam** und **Kohl**.

Von der Stadtverwaltung Herrn Oberstadtdirektor Dr. **Körner** sowie Herrn Stadtrat **Wenzel**.

Bei dieser Gelegenheit danke ich zugleich der Stadt Braunschweig, daß Sie uns die schöne Dornse im Altstadtrathaus und das Schloß Richmond wieder zur Verfügung gestellt hat, um der Jahresfeier einen würdigen äußeren Rahmen zu geben.

Sodann begrüße ich die Vertreter der

- politischen Parteien
- der Gewerkschaften
- der Kammern
- der Wirtschaft
- der Bundes- und Landesbehörden
- der städtischen Behörden

sowie

des Fernsehens, des Rundfunks und der Presse.

Besonders freuen wir uns über den Besuch des Vertreters der Stiftung Volkswagenwerk, Herrn Dipl.-Ing. **Penschuck**. Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft dankt der Volkswagenstiftung für die großzügige Unterstützung ihrer wissenschaftlichen Aktivitäten.

Herzlich begrüße ich die zahlreich erschienenen Kollegen der Wissenschaft, um einige Namen zu nennen, den Präsidenten der **Joachim-Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften** in Hamburg, Herrn Prof. Dr. **Seifert**, und den Vizepräsidenten der **TU Berlin**, Herrn Prof. Dr. **Murasch**. Besonders freue ich mich, Prof. Dr. **Roubitschek** aus Halle begrüßen zu dürfen. Prof. Roubitschek ist Mitglied der Deutschen Akademie für Naturforscher Leopoldina in Halle.

Den Repräsentanten der Universitäten unseres niedersächsischen Raumes gilt mein besonderer Gruß, so dem Präsidenten der **Carolo Wilhelmina**, Herrn Prof. Dr. **Rebe** und dem Rektor der **TU Clausthal**, Herrn Prof. Dr. **Müller**.

Ich begrüße besonders herzlich die Kollegen der Universitäten des In- und Auslandes, vor allem die Referenten unserer heute vormittag stattgefunden habenden Vortragsveranstaltung, die Herren

Prof. Dr. **Mewes**, Hannover,
 Prof. Dr. **Leschonski**, Clausthal,
 Prof. Dr. **Bohnet**, Braunschweig.

Zugleich danke ich Ihnen, daß Sie sich die Mühe gemacht haben, unseren heutigen Preisträger Herrn Prof. Dr. **Brauer** durch Ihre wissenschaftlichen Beiträge besonders zu ehren.

Schließlich heiße ich alle ordentlichen und korrespondierenden Mitglieder unserer Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft willkommen. Sie sind zum Teil von weither angereist, um an der Feier teilzunehmen.

Zum Schluß grüße ich das **Kanzlerfelder Bläser-Oktett** unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. **Roth** und danke Ihnen für Ihr fröhliches Musizieren.

Meine Damen und Herren!

Mein Bericht erstreckt sich auf die Zeit von der letzten Feierlichen Jahresversammlung, also vom 12. Juni 1987 bis heute. Während dieser Zeit hatte unsere Gesellschaft 4 Todesfälle zu beklagen:

Am 15. Juli 1987 verstarb in seinem 91. Lebensjahr Prof. em. Dr.-Ing. Paul **Koessler**, ordentliches Mitglied der BWG in der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1944. Von 1965 bis 1967 war Prof. **Koessler** Präsident der BWG.

Von 1950 bis 1952 war er Rektor der T.H. Braunschweig.

Herr Prof. **Koessler** war Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates der Gruppe Verkehrstechnik des Bundesverkehrsministeriums und Vorsitzender der Hauptgruppe

„Mensch und Technik“

im **VDI**.

Er war Träger des Großen Verdienstkreuzes der Bundesrepublik Deutschland.

In seinem langen Ingenieurleben hat sich der Verstorbene durch bedeutende Arbeiten auf dem Gebiet der Fahrzeugtechnik ausgezeichnet.

Am 11. September 1987 verstarb im Alter von 84 Jahren Prof. Dr. phil. habil. **Walter Lochte-Holtgreven**, korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1965 in der Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik. Prof. **Lochte-Holtgreven** war Mitglied im Gutachterausschuß **Plasma-Physik** des Bundesministeriums für Wissenschaftliche Forschung.

Er ist Inhaber der Universitäts-Medaille in der Freien Universität Brüssel. Er war Autor und Herausgeber zahlreicher nationaler und internationaler Schriften auf dem Gebiet der **Plasma-Physik**.

Am 31. Dezember 1987 verstarb in seinem 78. Lebensjahr Prof. Dr. phil. **Henry Görtler**, korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1975 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften 1967 wurde ihm von der BWG die Gauß-Medaille für hervorragende Leistungen auf dem Gebiet der angewandten Mathematik und Mechanik verliehen.

Prof. **Görtler** war Mitglied der **Heidelberger Akademie der Wissenschaften**, der **Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina** in Halle, der Internationalen Union für Theoretische und angewandte Mechanik sowie Ehrenmitglied der **Deutschen Gesellschaft für Unternehmensforschung**.

Am 22. April 1988 verstarb im Alter von 58 Jahren Prof. Dr.-Ing. **Peter Wincierz**, korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1983. Der Verstorbene war Direktor der Metallgesellschaft AG und hat sich durch wesentliche Arbeiten und Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Metallkunde hervorgetan.

Meine Damen und Herren!

Sie haben sich zu Ehren der Verstorbenen erhoben.

Ich danke Ihnen.

Am 11. Dezember 1987 wählte das Plenum der BWG in der Wahlversammlung folgende korrespondierende Mitglieder hinzu:

In der Klasse für Ingenieurwissenschaften:

Herrn Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. Hermann **Haken**, Leiter des Instituts für **Theoretische Physik** an der Universität **Stuttgart**,

und in der Klasse für Geisteswissenschaften:

Herrn Prof. Dr. phil. Enrico **Rambaldi**, Leiter des Lehrstuhles für **Geschichte der Philosophie** an der Universität **Mailand**.

Somit zählt heute die BWG

122 ordentliche Mitglieder,
davon sind allerdings

37 über 70 Jahre alt und werden auf die in der Satzung festgelegte Höchstzahl von 110 Mitgliedern nicht angerechnet.

Außerdem hat die BWG heute

63 korrespondierende Mitglieder.

Nun zur Arbeit der BWG im vergangenen Jahre:

Es fanden im Plenum 9 wissenschaftliche Sitzungen statt, wobei folgende Themen behandelt wurden:

Möglichkeiten zur Heißentschwefelung von Kohlegas
 Rechtstechnik des Rechtes der Technik
 Die Schönbornkapelle am Würzburger Dom
 (Zur Genese der gruppierten Rotunden Balthasar Neumanns)
 Neue Ergebnisse geomorphologischer Forschungen in Hochasien
 Die Orthodoxe Kirche – geschichtliche und ökumenische Aspekte
 Judentum und Gesellschaft als Thema Fontanes
 Isotopengeochemie gasförmiger Kohlenwasserstoffe –
 ein Beitrag zur Prospektion und Exploration von Erdgas und Erdöl
 Zur Geschichte und heutigen Situation des Klosters Loccum
 Einige Gedanken zur Entwicklung von Natur- und Kulturlandschaft im Gebiet
 um Loccum
 Der Beitrag der Tiefbohrkunde zum internationalen Lithosphärenprogramm

In den Sitzungen der 4 Klassen wurden folgende fachwissenschaftlich enger gefaßte Themen behandelt:

Molekulare Prinzipien der Protein-Nukleinsäureerkennung am Beispiel der
 Restriktionsendonuklease EcoRI
 SDI, eine physikalisch-technische Bewertung
 Kunststoffe im Bauwesen
 Jacob Burkhardt und Franz Kugler
 Rom September 1943 – Geschichte eines Waffenstillstandes
 Seriell-parallel in der Informatik
 Die Vernünftigkeit des Neuen Testaments
 nochmal: Rom September 1943 – Geschichte eines Waffenstillstandes, II. Teil
 Isotopengeochemie von Kohlenwasserstoffen
 Freiheit des Handelns und göttliche Fügung im Geschichtsverständnis mittel-
 alterlicher Autoren

Das sind recht unterschiedliche Themen. Darin zeigt sich die wissenschaftliche Vielfalt der BWG.

All diese Beiträge sind das Ergebnis wissenschaftlicher Überlegungen und Forschungen der Autoren.

Sie werden im Plenum oder in den Klassen vorgetragen und führen oft zu lebhaften, kontroversen Diskussionen. Von unschätzbarem Wert ist dabei, daß man dabei erfährt, an was die anderen Mitglieder arbeiten, forschen und wie sie dabei vorgehen.

Dabei wird man manchmal ganz schön gefordert. Man gewinnt tiefen Respekt vor der wissenschaftlichen Leistung anderer Kollegen und wertvolle Anregungen für die eigene Arbeit.

Die BWG kann darüber hinaus Kommissionen bilden und einzelne Forschungsvorhaben fördern.

Wenn irgendetwas möglich, wird dabei angestrebt, daß solche Aktivitäten dem Lande Niedersachsen und der Stadt Braunschweig dienen.

So sei in diesem Zusammenhang das Forschungsvorhaben

„Barock in Niedersachsen“

erwähnt, ein Thema, das im Zusammenhang mit der 1100-Jahrfeier von Salzdahlum in diesem Jahre besonders aktuell ist. Der erste Teil mit dem Schwerpunkt Salzdahlum ist abgeschlossen.

Internationalen Rang hatte die vom Mitglied unserer Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte Prof. **Brunius** in Kopenhagen vorbereitete wissenschaftliche Tagung

„Romanesque art in Scandinavia and its relations to the continent“.

Dieses Symposium war mit einer Exkursion nach West-Seeland und Schonen verbunden, wobei deutsche und ausländische Wissenschaftler die Wechselbeziehungen zwischen skandinavischer Bauplastik und Kathedralarchitektur zu Speyer und Mainz und zur Lombardei aufzeigten.

Die Kommission für **Technik und Umwelt** hat ihre Arbeit aufgenommen und in der Berichtszeit zwei Sondersitzungen abgehalten. Dabei wurden im Zusammenhang stehende Themen zum Schutz der Umwelt vorgetragen, diskutiert und durch die Besichtigung von Instituten und Versuchseinrichtungen ergänzt. Die erste Sitzung fand im Institut für mechanische Verfahrenstechnik in Clausthal, die zweite am Institut für Kolbenmaschinen in Hannover statt. Die Teilnehmer lernten dabei den Forschungsverbund „Umwelttechnik“ der Technischen Universität Clausthal sowie die Arbeiten des Institutes für Kolbenmaschinen in Hannover kennen. Arbeitsgebiete, die in enger Beziehung zur heutigen Vortragsveranstaltung und zu dem Forschungsgebiet von Herrn Prof. **Brauer** stehen.

Schließlich müssen im Zusammenhang mit den wissenschaftlichen Aktivitäten noch die drei öffentlichen Vorträge erwähnt werden, die vor einem Jahr die Jahresversammlung wissenschaftlich begleiteten.

Es sprachen damals:

Prof. Dr. Wilfried B. **Krätzig**, Bochum
über

„Der Beitrag computerorientierter Elementmethoden zur Steigerung der Tragwerkssicherheit von Schalentragsystemen“

Prof. Dr. Heinrich **Rothert**, Hannover
über

„Möglichkeiten und Grenzen von Diskretisierungsverfahren bei der Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Automobilreifen“

und

Prof. Dr. Jürgen **Sündermann**, Hamburg

über

„Meeresforschung im Computer – neue Einsichten mit Hilfe mathematischer Modelle“

Veröffentlicht wurden in den letzten 12 Monaten Band 39 der **Abhandlungen** der BWG mit Beiträgen zu unterschiedlichen Themengebieten wie:

Gasturbinen als Energiekonverter im Weltraum,
Energieabsorption in dünnen Schichten,
Zahlentheorie, Differentialgeometrie,
Schwingungserscheinungen bei Maschinen,
Thermomechanische Vorgänge in Steinsalzstöcken,
Das Werk des Honorius Augustodunensis.

Gestern benachrichtigte mich Prof. Gosebruch, daß der Berichtsband über das Symposium 1984 „**Bernwardinische Kunst in Hildesheim**“ fertig sei und in wenigen Tagen ausgeliefert werde. Termingerecht zur Jahresversammlung erschien das **Jahrbuch** 1987. Es ist rechtzeitig versandt worden.

Solche Veröffentlichungen machen sehr viel Arbeit. Den Autoren ist dafür sehr zu danken. Ganz besonders ist jedoch unserem Generalsekretär Herrn Prof. Richter zu danken. Er besorgte die Herausgabe, das ist angesichts des geringen hauptamtlichen Personalbestandes der BWG eine außergewöhnliche Leistung.

In meinem heutigen Bericht danke ich ganz besonders dem Lande Niedersachsen und der Stadt Braunschweig für Ihre finanzielle Unterstützung der BWG. Uns allen ist die schwierige finanzielle Situation von Land und Stadt bekannt. Die vielen Themen, die ich in meinem Bericht erwähnte, könnten die Vermutung aufkommen lassen – Ist das alles wichtig? So wichtig, daß es die Förderung mit öffentlichen Mitteln rechtfertigte. Land und Stadt haben erkannt, daß unsere Arbeit wichtig sei und nach Kräften geholfen. Selbstverständlich ist die Arbeit der Mitglieder unserer Gesellschaft – ihre wissenschaftlichen Vorträge, Veröffentlichungen, Mitarbeit in den Gremien – ehrenamtlich.

Dank des Einsatzes von Land, Stadt, der Freunde der wissenschaftlichen Gesellschaft und ihrer Mitglieder ist es 1987 wieder gelungen, die wissenschaftlichen und administrativen Aufgaben der BWG zu erfüllen. Volkswirtschaftlich gesehen bedeutet das, daß die von der Öffentlichen Hand gegebenen Mittel sich multipliziert und zu einem beachtlichen wissenschaftlichen Ergebnis geführt haben. Allen sei dafür gedankt!

Meine sehr verehrten Damen,
meine Herren!

Über die Gründung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft im Jahre 1943 – zur Zeit der militärischen Katastrophe von Stalingrad – über das Wiederaufleben der Gesellschaft nach 1945 wird nachher Herr Prof. **Richter** kurz berichten. Ich will etwas zu gegenwärtigen Problemen sagen:

Wir leben in einem technisch unglaublich unruhigen Zeitalter. Mit 4 einsilbigen Wörtern sei das aufgezeigt:

Raum,
Kern,
Chip,
Gen.

Dieses und vieles andere mehr wird zu Veränderungen des Lebens von bald 10 Milliarden Menschen dieses Planeten mit seiner dünnen Erdkruste, den feuchten Stellen der Ozeane und seiner empfindlichen Gashülle führen, die vergleichbar sind mit der

Bändigung des Feuers,
der Erfindung des Rades,
der Erfindung der Zahl,
der Erfindung der Schrift.

Nur ist alles viel viel komplizierter.

Dabei ist es unvermeidbar, daß die einzelnen technischen Disziplinen immer weiter auseinanderstreben, sich gegenseitig nicht mehr verständigen können. In dieser Situation sind Institutionen der wissenschaftlichen Begegnung wie die BWG unerlässlich. Von unschätzbarem Wert ist dabei das Nebeneinander der Ingenieurwissenschaftlichen und Naturwissenschaftlichen Klassen mit der Klasse für Geisteswissenschaften.

Die Ingenieure brauchen die **Philosophie**, das Nachdenken über sich selbst, sie brauchen die **Geschichtswissenschaften** als Hilfe, den eigenen Standpunkt zu erkennen. Sie brauchen die **Sprachwissenschaften** als vornehmstes Mittel der Verständigung.

Aus einem anderen Grunde ist heute eine interdisziplinäre Institution so wichtig. Die Hochschulreform mit ihrer Auflösung der klassischen Fakultäten hat eine unerwartete und böse Nebenwirkung. Man kennt und trifft sich nicht mehr untereinander. Es kann heute passieren, daß man die Kollegen des eigenen Fachbereichs ein ganzes Semester lang nicht mehr trifft, die Kollegen der Universität oft jahrelang nicht, die anderen benachbarter Universitäten überhaupt nie, es sei denn, man hat fachlich mit ihnen zu tun.

In der BWG trifft man sich, erfährt, was der andere tut. Sicher sind noch viele Probleme in der BWG offen, muß über Vieles nachgedacht werden:

Ich nenne einige:

Die Bauwissenschaften sind heute den Ingenieurwissenschaften zu ähnlich, als daß sie einer eigenen Klasse bedürften. Außerdem ist der Einzugsbereich zu klein, um genügend hochqualifizierte Bauwissenschaftler zu finden.

Nachdenken sollte man auch darüber, weshalb unter 185 ordentlichen und korrespondierenden Mitgliedern **nur 2 Frauen** sind.

Nachdenken sollte man ferner, weshalb keine Mediziner, nur Kunstwissenschaftler, jedoch keine Künstler Mitglied der BWG sind.

Nachdenken sollte man, ob wir am Zonenrand nicht noch mehr Kontakte zu Wissenschaftlern jenseits der Grenze pflegen sollten. Das Symposium „Magdeburger Dom“ 1986 war ein ermutigender Anfang.

Nachdenken sollte man über mehr Öffentlichkeitsarbeit. Nur einmal im Jahr anlässlich der Jahresversammlung vor die Öffentlichkeit zu treten, erscheint mir zu wenig.

Nun komme ich endlich zum Schluß. Unsere heutige Versammlung konzentriert sich auf die **Verfahrenstechnik**, ein umfangreiches Wissensgebiet, gehört doch das **Metallschmelzen**, das **Bierbrauen** ebenso dazu wie die biologische **Abwasserreinigung** und die **Rauchgasentschwefelung**.

Doch hierzu aus kompetenterem Munde mehr von Herrn Prof. Dr. **Jeschar**, der es dankenswerterweise übernommen hat, in der Laudatio für Herrn Prof. **Brauer** über diesen Forschungsbereich zu sprechen.

Ihnen, meine Damen und Herren, sei Dank für Ihr geduldiges Zuhören.

Herr **Jeschar**, halten Sie bitte die Laudatio!

Laudatio
zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille an
Prof. Dr.-Ing. Heinz Peter Brauer, Berlin

Von **Rudolf Jeschar**

Herr Präsident!
Lieber Herr Brauer,
verehrte Frau Brauer,
meine sehr verehrten Damen und Herren!

Nach den Vorlesungsverzeichnissen deutscher Hochschulen wird von deren ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten im wesentlichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Bauingenieurwesen, Verfahrenstechnik und an einigen Hochschulen auch Bergbau und Werkstoffwissenschaften angeboten.

Vergleicht man diese Studienmöglichkeiten von heute mit denen vor etwa 35 Jahren, so stellt man fest, daß man damals das Fach Verfahrenstechnik nur an einer einzigen Hochschule, nämlich in Karlsruhe, belegen konnte. Inzwischen kann man dieses Fach an jeder Technischen Universität studieren, und es wird teilweise sogar, wie an der Technischen Universität Clausthal, von einer größeren Zahl von Hochschullehrern vertreten. Die Verfahrenstechnik hat also in wenigen Jahrzehnten eine bemerkenswerte Entwicklung erfahren.

Verfahrenstechniker sind Ingenieure, die solche Apparate, Maschinen und Anlagen entwickeln, projektieren, bauen oder betreiben, mit deren Hilfe Stoffumwandlungsprozesse aller Art durchgeführt werden [1]. Eingesetzt werden in diese Prozesse Rohstoffe und Hilfsstoffe, wie Luft oder Wasser. Erzeugt werden die gewünschten Produkte, häufig aber auch unerwünschte Abfallstoffe in fester, flüssiger oder gasförmiger Form. Zur Durchführung solcher Prozesse werden darüber hinaus meist erhebliche Energiemengen benötigt. Verfahrenstechnische Prozesse werden also in der Regel mit dem Ziel einer Veredlung von Stoffen durchgeführt. Je nach der Höhe der Wertschöpfung der im einzelnen erzeugten Produkte sind diese Prozesse primär nach der erreichbaren Produktqualität oder nach dem spezifischen Energieverbrauch, gegebenenfalls aber auch mit dem Ziel einer Schadstoffminimierung zu optimieren.

Verfahrenstechniker arbeiten in allen großen Branchen der Industrie und des Gewerbes, beispielsweise in der chemischen Industrie, in der Genuß- und Nahrungsmittelindustrie, in Abfallentsorgungsbetrieben, in der Aufbereitung des Bergbaus, in der Energietechnik, in der Stahlindustrie und in Hüttenbetrieben zur Erzeugung von Buntmetallen, in der Baustoffindustrie, in Papierfabriken, in der Textilindustrie sowie im Apparate- und Anlagenbau. Die erzeugten Produkte sind Düngemittel, Kunststoffe, Chemikalien aller Art, Medikamente, Rohstoffe für unsere Ernährung, Getränke sowie Futtermittel für unsere Haustiere. Anlagen der Verfahrenstechnik werden aber auch zur Reinigung von Industrieabgasen und Abwässern sowie zur Verarbeitung fester

Abfallstoffe eingesetzt. Sie dienen weiterhin der Umwandlung von Erdöl in Kraft- und Brennstoffe und andere Erdölprodukte, von Kohle in Koks und Brenngase und ebenso der Herstellung von Metallen, von Zement, Glas und hochwertigen Werkstoffen für die moderne Elektronik und Solartechnik sowie vielen anderen Stoffen unseres täglichen Lebens.

Allein schon die Vielseitigkeit dieser Aufzählung läßt erkennen, daß es kaum möglich sein dürfte, einen Ingenieur auszubilden, der gleichermaßen Fachmann für alle diese doch sehr verschiedenen Technologien und Produkte sein kann. Betrachtet man aber diese vielen Verfahren etwas genauer, so stellt man fest, daß sie alle auf gleichen Teilvorgängen beruhen, so wie sich auch jede Maschine aus immer wiederkehrenden Elementen zusammensetzt. So werden die in den verschiedensten verfahrenstechnischen Prozessen zu behandelnden Stoffe erwärmt oder gekühlt, gemischt oder voneinander getrennt, verdampft oder kondensiert, oxidiert oder reduziert, kristallisiert oder geschmolzen, adsorbiert oder desorbiert, aus Gasen ausgewaschen oder an diese abgegeben und anderes mehr. Solche Teilvorgänge nennt man in der Verfahrenstechnik „Grundoperationen“ oder „unit operations“. Gelingt es, sie mathematisch zu beschreiben, so kann man sie relativ leicht zu einem mathematischen Modell für einen speziellen Produktionsprozeß zusammensetzen. Die wissenschaftlichen Grundlagen, die man dazu benötigt, sind im wesentlichen die Thermodynamik, die chemische Kinetik, die Strömungsmechanik sowie die Lehre von der Wärme- und Stoffübertragung.

Man muß also gar nicht zum Fachmann für die eine oder andere Technologie ausgebildet worden sein, um Apparate und Anlagen für die vorher genannten Anwendungsfälle entwickeln und bauen oder diese betreiben zu können. Selbstverständlich ist der Verfahrenstechniker in der Praxis auf eine enge Zusammenarbeit mit Chemikern, Biologen, Lebensmitteltechnologen, Metallurgen, Werkstoffwissenschaftlern usw. angewiesen, um erfolgreich arbeiten zu können. Dies gilt aber sinngemäß in unserer arbeitsteiligen Welt für jede Disziplin und nicht nur für die der Ingenieurwissenschaften.

Mit dieser Schilderung der Denkweise der Verfahreningenieure ist deutlich geworden, daß die Verfahrenstechnik eine überwiegend methodisch orientierte Wissenschaft und weniger auf das spezielle Produkt bezogen ist. Die von den Wissenschaftlern der Verfahrenstechnik erarbeitenden Methoden werden sich dann auch um so leichter auf beliebig andere Stoffumwandlungsprozesse übertragen lassen, je größer der Grad der Allgemeingültigkeit dieser Grundlagen ist. Die Verfahrenstechnik ist damit auch als eine Grundlagendisziplin für die mehr produktbezogenen Wissenschaftsgebiete anzusehen, wie etwa die Erdölindustrie, die Lebensmitteltechnologie, die Metallurgie oder die Brennstofftechnik. Diese produktbezogenen Disziplinen werden also nicht durch die Verfahrenstechnik ersetzt, sondern durch diese ergänzt.

Trotz dieser Generalisierung ist es wegen der enormen Stofffülle erforderlich, daß sich der einzelne Wissenschaftler der Verfahrenstechnik in Lehre und Forschung auf Teilgebiete spezialisiert [2].

Unterschieden wird zwischen

- mechanischer
- thermischer

- chemischer und neuerdings auch
- biologischer

Verfahrenstechnik. Diese Teilgebiete können als Grundlagendisziplin der Verfahrenstechnik angesehen werden.

In der mechanischen Verfahrenstechnik behandelt man solche Prozesse, bei denen die Stoffwandlungen auf rein mechanischem Wege vorgenommen werden, z.B. die Zerkleinerung von Schüttgütern.

Die thermische Verfahrenstechnik behandelt Prozesse, bei denen zur Stoffwandlung ausschließlich oder überwiegend thermische Energien benötigt werden, z.B. die Destillation oder Rektifikation.

Bei der chemischen Verfahrenstechnik handelt es sich um Prozesse der chemischen Reaktionstechnik.

In der biologischen Verfahrenstechnik treten solche Prozesse auf, bei denen die angestrebten Stoffumsetzungen mit Hilfe von Mikroorganismen, pflanzlichen oder tierischen Zellen sowie daraus gewonnenen Enzymen durchgeführt werden.

Das letzte Teilgebiet ist das jüngste Kind der Verfahrenstechnik und hat inzwischen vor allem in der modernen Abwassertechnik eine beachtliche Bedeutung erlangt. Darüber hinaus gibt es speziellere Teilgebiete der Verfahrenstechnik, wie

- Kernverfahrenstechnik
- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Energieverfahrenstechnik oder die
- metallurgische Verfahrenstechnik.

Diese Teilgebiete sind Kombinationen der weiter oben genannten Grunddisziplinen der Verfahrenstechnik, allerdings mit Bezug auf spezielle Produktgruppen.

Nach den oben genannten Kriterien lassen sich aber auch viele der Jahrhunderte alten Handwerksberufe mit den heutigen Teildisziplinen der Verfahrenstechnik vergleichen. Da gab es den Müller, der das Korn zu Mehl verarbeitete, den Gerber, der die Felle haltbar machte, den Färber, der die Stoffe einfärbte, den Töpfer, der das Geschirr herstellte oder den Brauer, der das Bier braute. Aber auch im Oberharzer Bergbau finden wie eine entsprechende Arbeitsteilung, wenn wir an den Aufbereiter oder den Hüttenmann denken. Diese Bezeichnungen sind bekanntlich noch heute für Absolventen entsprechender Studiengänge z.B. an der Technischen Universität Clausthal üblich. Sehr treffend war auch die Bezeichnung „Pochknabe“, der erst in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts durch Zerkleinerungsmaschinen ersetzt wurde. Er mußte das taube Gestein von den Erzbrocken klopfen.

Alle diese schönen Berufe vereinigen sich schließlich zur Tätigkeit am häuslichen Herd, von wo aus sie wahrscheinlich ihren Anfang genommen haben. Da wird gebraten und gekocht, gehackt und geschnitzelt, gemischt und gesiebt, gerührt und gefiltert und manches andere mehr. Jeder Kochkünstler weiß natürlich, daß die Qualität einer Speise nicht nur von der Summe der Zutaten abhängt. Vielmehr kommt es ebenso darauf an, diese in der richtigen Reihenfolge, bei der richtigen Temperatur, zum richtigen Zeitpunkt und mit der richtigen Vorbehandlung zusammenzubringen. In der modernen Verfahrenstechnik ist dies nicht anders. Nicht ohne Grund bezeichnet man beispiels-

weise den Eisenhüttenmann, der mit dem Verfahrenstechniker verwandt ist, häufig als Stahlkocher. Ebenso wie die industrielle Praxis hat übrigens auch die Küche die gleichen Probleme mit Geruchsbelästigungen, mit Abwasser und festen Abfällen und in entsprechender Weise sind dann auch die verschiedensten Küchengeräte, vom Mikrowellenherd bis zum Elektromixer, als ein Spiegelbild verfahrenstechnischer Apparate und Maschinen anzusehen. So gesehen ist das Auftreten des Fernsehkochs zur besten Sendezeit eine ausgezeichnete Werbeveranstaltung für das Studium der Verfahrenstechnik.

Fast perfekte Verfahrenstechniker kennen wir auch aus der Tierwelt [3]. Mit seinen beiden etwa 75 cm langen Hauern reißt das Walroß Muschelbänke auf. Die losgebrochenen Schalentierpakete nimmt es zwischen seine Vorderpratschen, schwimmt einige Meter nach oben und zerrubbelt dort seine Beute. Sobald die Schalen zerbrochen sind und sich von den Fleischstücken gelöst haben, läßt es den Fang fallen. Da die Schalen schneller sinken als die Fleischstücke, kann es nach einiger Zeit das Genießbare ohne den unverdaulichen Anteil bequem mit dem Maul aufnehmen. Diese Meeressäuger nutzen also für ihre Überlebensstrategie gleich mehrere aus der mechanischen Verfahrenstechnik bekannte Grundoperationen. Bei der Gewinnung und Aufbereitung von Steinkohle und Erzen finden wir übrigens die gleichen Arbeitsgänge wieder.

Die moderne Verfahrenstechnik, wie sie sich heute darstellt, ist noch relativ jung. Sie kann nunmehr etwa auf ein halbes Jahrhundert zurückblicken. Es ist kein Zufall, daß ein Ingenieur und ein Physikochemiker, nämlich Rudolf Plank und Arnold Eucken, sich nachdrücklich für den Aufbau dieses zwischen Chemie und Maschinenbau angesiedelten Lehr- und Forschungsgebietes eingesetzt haben [4]. Der erste Lehrstuhl dieser Art wurde im Jahre 1928 an der Technischen Hochschule Karlsruhe eingerichtet und mit Emil Kirschbaum besetzt; der VDI-Fachausschuß „Verfahrenstechnik“ wurde 1935 gegründet. Aus ihm ist dann die heutige VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen hervorgegangen.

Tatsächlich waren aber auch erst zu jener Zeit die Voraussetzungen für den Aufbau einer wissenschaftlich fundierten Verfahrenstechnik gegeben. Diese baut nämlich, wie bereits erwähnt, auf den Grundlagenfächern Strömungsmechanik sowie Wärme- und Stoffübertragung auf, die sich ebenfalls erst vor etwa 50 Jahren entwickelt haben. Als Begründer der modernen Strömungstechnik gilt der Göttinger Wissenschaftler Ludwig Prandtl und als Begründer der konvektiven Wärmeübertragung der Münchener Thermodynamiker Wilhelm Nußelt. Die Grundlagen zur Entwicklung der chemischen Verfahrenstechnik haben die Göttinger Physikochemiker Arnold Eucken und Gerhard Damköhler geschaffen. Die Entwicklung der Verfahrenstechnik auf ihrem Weg zu einer eigenständigen Grundlagendisziplin haben maßgeblich Ernst Schmidt, der eine zeitlang in Braunschweig gelehrt hat, Hermann Schlichting, ebenfalls Braunschweig sowie die Thermodynamiker Ulrich Grigull, München und Helmuth Hausen, Hannover, mitbestimmt. Grigull ist Gaußmedaillenträger des Jahres 1978 und der erst kürzlich mit 91 Jahren verstorbene Hausen war einer der Lehrer des heute zu ehrenden Heinz Brauer. Von den eigentlichen Verfahrenstechnikern seien dann außer Emil Kirschbaum, noch Siegfried Kießkalt, Aachen, Otto Krischer, Darmstadt, Friedrich Kneule,

Aachen, Hans Rumpf und Rudolf Günther, beide Karlsruhe, sowie Zoran Rant, Braunschweig, genannt, die das Fundament für die Entwicklung wesentlicher Teilgebiete der Verfahrenstechnik gelegt haben.

Der Rückgriff der Verfahrenstechnik auf die klassischen Disziplinen der Strömungsmechanik sowie der Wärme- und Stoffübertragung hatte allerdings Grenzen, weil dort im wesentlichen nur die einphasigen Strömungen behandelt werden, während es sich in der Verfahrenstechnik in der Mehrzahl aller Fälle um sogenannte mehrphasige Systeme handelt. Das sind strömende Flüssigkeiten mit Gasblasen oder strömende Gase mit Flüssigkeitstropfen, Flüssigkeits- und Gasströmungen mit Feststoffpartikeln, Systeme nicht miteinander mischbarer Flüssigkeiten und beliebige Kombinationen aus den oben genannten Paarungen. Auch sogenannte Filmströmungen an festen Wänden gehören zu den Mehrphasenströmungen. Stets besteht eine Mehrphasenströmung aus mindestens einer kontinuierlichen und mindestens einer dispergierten Phase. Es interessiert hierbei, wie sich die einzelnen Phasen relativ zueinander bewegen und wie dadurch der Austausch von Wärme und Stoff beispielsweise in einem chemischen Reaktor beeinflußt wird.

In den ersten Jahrzehnten der relativ kurzen Geschichte der Verfahrenstechnik war man noch der Auffassung, daß sich die Gesetzmäßigkeiten der Stoffübertragung unmittelbar aus denen der Wärmeübertragung herleiten lassen, weil die jeweils maßgebenden Differentialgleichungen von der gleichen Form sind. Die Lehre von der Stoffübertragung wurde somit mehr als ein Anhang der Wärmeübertragung angesehen. Man erkannte aber sehr bald, daß die Herleitung von Stoffübergangsgesetzen aus der Wärmeübertragung nur für wenige Sonderfälle möglich ist, so daß die Stoffübertragung als ein eigenständiges Lehr- und Forschungsgebiet aufgebaut werden mußte. Dies ergab sich auch aus der Tatsache, daß Apparate zur Stoffübertragung andere konstruktive Merkmale aufweisen als Apparate zur Wärmeübertragung. Außerdem sind Prozesse zur Stoffübertragung fast immer mit physikalischen und chemischen Phasenänderungen gekoppelt, für die Entsprechungen aus der klassischen Wärmeübertragung nur im bescheidenen Umfang gegeben sind.

Somit versteht es sich fast von selbst, daß die Verfahrenstechnik die Lehre von den Mehrphasenströmungen sowie von der Stoffübertragung als ihre ureigensten Grundlagenfächer ansieht. Fast an allen in- und ausländischen Forschungsstätten der Verfahrenstechnik wird seit mehr als drei Jahrzehnten an diesen beiden überaus wichtigen und umfangreichen Teilgebieten gearbeitet. Heinz Brauer, den wir heute ehren wollen, hat bei der Erforschung der Mehrphasenströmungen sowie der Stoffübertragung wesentliche Meilensteine und auch Maßstäbe gesetzt. Bevor ich auf seine Verdienste im einzelnen eingehe, lassen Sie mich seinen wissenschaftlichen Werdegang kurz skizzieren.

Heinz Brauer wurde am 28. November 1923 in Oldenburg/Oldenburg geboren und besuchte von 1930 bis 1941 die Volksschule und das Gymnasium seiner Heimatstadt. Er wurde anschließend zur damaligen Wehrmacht eingezogen und nahm als Fallschirmjäger an den schweren Kämpfen um das berühmte Kloster Monte Casino teil. In die Heimat kehrte er jedoch erst 1948 nach britischer Gefangenschaft in Italien und Ägypten zurück.

Studiert hat Heinz Brauer von 1949 bis 1953 Allgemeinen Maschinenbau an der damaligen Technischen Hochschule Hannover. Seine wissenschaftliche Prägung erhielt er als Mitarbeiter in der Forschungsgruppe für Wärme- und Kältetechnik am Max-Planck-Institut für Strömungsforschung in Göttingen bei Prof. Glaser. Von hier aus wurde er 1956 an der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Hochschule Hannover promoviert und 1959 an der gleichen Fakultät für das Fachgebiet „Verfahrenstechnik“ habilitiert. Erster Referent war in beiden Fällen Professor Hausen. Im Jahre 1960 übernahm Heinz Brauer die Leitung der Abteilung für „Strömungs- und Wärmetechnik“ im Forschungsinstitut der Mannesmann AG, Duisburg. 1963 wurde er auf den Lehrstuhl für „Verfahrenstechnik“ der Technischen Universität Berlin berufen und zum Direktor des gleichnamigen Instituts ernannt.

Auf dem Gebiet der Mehrphasenströmung und der Stoffübertragung profilierte sich Heinz Brauer bereits mit seiner Doktorarbeit [5]

„Strömung und Wärmeübergang in Rieselfilmen“.

Es gelang ihm, diese zuvor nur empirisch beschriebenen Vorgänge in strenger wissenschaftlicher Form darzustellen. Die zugehörige im Jahre 1957 als VDI-Forschungsheft [6] veröffentlichte Arbeit fand allgemeine Anerkennung.

Auch seine Habilitationsschrift [7] mit dem Titel

„Eigenschaften der Zweiphasenströmung
bei der Rektifikation in Füllkörpersäulen“

war richtungsweisend für spätere Forschungsarbeiten und wurde als Dechema-Monographie veröffentlicht. Als Anerkennung für seine bis dahin geleistete wissenschaftliche Arbeit erhielt Heinz Brauer bereits 1960 den Arnold-Eucken-Preis der Verfahrenstechnischen Gesellschaft.

Der Mehrphasenströmung und der Wärme- und Stoffübertragung blieb Heinz Brauer aber auch während seiner Industrietätigkeit bei der Mannesmann AG treu. Umfangreiche Grundlagenuntersuchungen dienten den verschiedenen Konzerngesellschaften zur Auslegung von Apparaten und Anlagen in Erdölfeldern sowie für den hydraulischen Kohleabbau und den hydraulischen Transport in Pipelines. Bemerkenswert waren auch seine überaus umfangreichen Untersuchungen über den Wärmeübergang in Rippenrohren für den Wärmetauscherbau. Andere Themen ließen sich noch hinzufügen.

Eine große Zahl hervorragender Publikationen stammt aus dieser Zeit, z.B. [9] – [15]. Ich selbst war seinerzeit Mitarbeiter von Heinz Brauer und erhielt von ihm wesentliche Anregungen für eine Reihe von Arbeiten über die Strömung und den Wärmeübergang in Hochofenschüttungen [16], [17].

Bei dieser Gelegenheit sei es gestattet, meine damaligen Eindrücke über die überaus effektive Arbeitsweise von Heinz Brauer wiederzugeben. Er verstand es, seinen Mitarbeitern klare Konzepte für die von ihnen zu bearbeitenden Themen vorzugeben und bei Diskussionen mit Betriebsingenieuren Schwachstellen an Produktionseinrichtungen zu erkennen und bessere Lösungen anzubieten. Ich erinnere mich an kritische

Äußerungen von Heinz Brauer zur seinerzeit üblichen vertikalen Strangußtechnik mit Bauhöhen von etwa 40 m. Tatsächlich sind dann die Bauhöhen solcher Anlagen im Verlaufe der Zeit immer geringer geworden, aber erst heute nach 25 Jahren gibt es in der weltweiten Stahlindustrie nur einige wenige Prototypen, bei denen der Stahl entsprechend den damaligen Vorstellungen von Heinz Brauer vergossen wird.

Als Wissenschaftler an der Technischen Universität Berlin hat dann Heinz Brauer mit einer Fülle aufeinander aufbauender Arbeiten, z.B. [18] – [25], das Fundament für die heutigen Möglichkeiten zur Berechnung von Mehrphasenströmungen und zur Lösung von Problemen der Stoffübertragung gelegt. Bereits 1971 konnte er die umfangreiche Buchveröffentlichung [26]

„Grundlagen der Einphasenströmungen und Mehrphasenströmungen“

vorlegen, die bis dahin das einzige Werk dieser Art in der Welt darstellte. Im gleichen Jahr erschien auch sein zweites Buch [27]

„Stoffaustausch, einschließlich chemischer Reaktionen“

das in dieser Form seinerzeit das erste im deutschen Sprachraum war. Beide Buchveröffentlichungen gelten heute als Standardwerke der Verfahrenstechnik in Wissenschaft und Praxis und haben wesentlich dazu beigetragen, daß die Mehrphasenströmung und die Stoffübertragung heute die wichtigsten Forschungsgebiete der Verfahrenstechnik in vielen Instituten der ganzen Welt darstellen. Zahlreiche in- und ausländische Ehrungen wurden ihm deshalb zuteil. So erhielt er:

- 1960 den Arnold-Eucken-Preis der Verfahrenstechnischen Gesellschaft im VDI für Verdienste um die verfahrenstechnische Forschung,
- 1984 die Kościus-Medaille und Ehrenplakette der Technische Universität Krakow für Verdienste um die Entwicklung der Verfahrenstechnik,
- ebenfalls 1984 die Arnold-Eucken-Medaille der Forschungsgesellschaft Verfahrenstechnik für bedeutende Arbeiten auf dem Gebiet der Mehrphasenströmung und
- 1985 das Ehrenzeichen des Vereins Deutscher Ingenieure für grundlegende Arbeiten auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und Innovationstechnik.

Erwähnt sei auch, daß Heinz Brauer aufgrund seines hohen wissenschaftlichen Ansehens zahlreiche Gastprofessuren in Europa, Amerika und Asien erhalten hat.

Heinz Brauer wollte aber nicht nur Grundlagenwissenschaftler sein, stets hat er sich auch um die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in technische Problemlösungen bemüht. Hiervon zeugen nicht nur zwei mehr anwendungsorientierte Buchveröffentlichungen zu Problemen der Luftreinhaltung [28] und der Bioverfahrenstechnik [29], sondern vor allem auch eine Reihe von Entwicklungen neuartiger Apparate und verfahrenstechnischer Maschinen, die unter seiner Leitung entstanden sind. Genannt seien beispielhaft der sogenannte Hubstrahl-Reaktor für die biologische Abwasserreinigung [30] und eine neuartige Zerstäubungsmaschine für die Abluftreinigung [31]. Beide Geräte weisen eine etwa zehnmal so große Volumenleistung im Vergleich zu herkömmlichen Apparatetypen auf, so daß in der Abluft- und Abwassertechnik völlig neue Wege beschritten werden können. Die drastische Verringerung der Baugrößen solcher

Anlagen ermöglicht eine dezentralisierte Abwasserreinigung, womit gleichzeitig auch die Reinigungsverfahren selbst wesentlich verbessert werden können. Insbesondere für diese anwendungsbezogenen Leistungen erhielt Prof. Brauer

- 1982 den Technologie-Preis des Technologieforums Berlin und
- 1986 den Technologie-Preis des Bundesministers für Forschung und Technologie, und zwar für die Entwicklung neuer Technologien zur biologischen Reinigung von Abwässern.

Heinz Brauer hat es aber niemals dem Zufall überlassen, zu neuen technischen Problemlösungen zu gelangen. Vielmehr zeigen seine Arbeiten [32] – [34], daß er bei der Entwicklung neuer Apparate stets methodisch vorgegangen ist. Die maßgebenden Beziehungen der verschiedenen denkbaren Reaktionswege werden miteinander verglichen und zu der bestmöglichen technischen Lösung zusammengesetzt. Dabei nutzt er nicht nur die Prinzipien des eigenen Fachgebietes, sondern auch von Nachbardisziplinen wie z.B. des Maschinenbaus. Prof. Brauer bezeichnet diese Art des Vorgehens als „Innovationstechnik“, die er in der Zwischenzeit zu einem neuartigen Lehrfach weiterentwickelt hat. Mitarbeiter und Studenten von Prof. Brauer werden somit in der bestmöglichen Weise auf ihr späteres Berufsleben vorbereitet, wo es immer darauf ankommt, die an den Hochschulen erlernten wissenschaftlichen Grundlagen in praktisches Denken und Handeln umzusetzen.

In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, daß Heinz Brauer sowohl mit seinen grundlegenden Arbeiten zur Mehrphasenströmung und zum Stoffaustausch als auch mit seinen mehr anwendungsbezogenen Arbeiten maßgeblich zur Entwicklung der „Umweltverfahrenstechnik“ sowie der „Bioverfahrenstechnik“ als eigenständigen Gebieten der Verfahrenstechnik beigetragen hat. Eine Reihe von neuen Fachauschüssen der Verfahrenstechnischen Gesellschaft gehen auf seine Initiative zurück oder wurden von ihm geleitet. Besonders hervorzuheben ist die VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“, die unter seiner langjährigen Leitung Hervorragendes geleistet hat.

Zusammenfassend ist festzustellen:

Heinz Brauer hat sich mit seinen grundlegenden Arbeiten zur Verfahrenstechnik, insbesondere auf den Gebieten der Mehrphasenströmung und der Stoffübertragung in hervorragender Weise wissenschaftlich verdient gemacht und darüber hinaus mit überaus großem Erfolg zeigen können, in welcher Weise wissenschaftliche Erkenntnisse der Grundlagenforschung in technische Problemlösungen umzusetzen sind. In vorbildlicher Weise ist es das ständige Bemühen von Heinz Brauer, Hergebrachtes infrage zu stellen und immer wieder nach neuen Lösungen zu suchen. Mit dieser Art von ingenieurwissenschaftlichem Denken kann man zuversichtlich sein, daß die fast unüberwindlich scheinenden Probleme unserer modernen Industriegesellschaft gelöst werden können.

Literatur

- [1] VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen gestern – heute – morgen. Herausgeber: VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen 1984.
- [2] Blaß, E., Jeschar, R.: Verfahrenstechnik im Rahmen des Maschinenwesens. Mitteilungsblatt Technische Hochschule Clausthal, H. 15, SS 1967, 27–29.
- [3] Dröschner, Vitus B.: Nestwärme – Wie Tiere Familienprobleme lösen. dtv 10349, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG., München, 1987, s. Seite 296.
- [4] Brauer, H.: Reaktionstechnik, Bindeglied zwischen Chemie und Verfahrenstechnik. Wärme- und Stoffübertragung 20 (1986), 1–17.
- [5] Brauer, H.: Strömung und Wärmeübergang in Rieselfilmen. Dissertation TU Hannover, 1956.
- [6] Brauer, H.: Strömung und Wärmeübergang bei Rieselfilmen. VDI-Forschungsheft 457, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1956.
- [7] Brauer, H.: Eigenschaften der Zweiphasenströmung bei der Rektifikation in Füllkörpersäulen. Habilitation TU Hannover, 1959.
- [8] Brauer, H.: Eigenschaften der Zweiphasenströmung bei der Rektifikation in Füllkörpersäulen. Dechema-Monografie 37 (1960), 7/78.
- [9] Brauer, H.: Strömungswiderstand und Wärmeübergang bei Ringspalten mit rauen Kernrohren. Atomenergie 6 (1964) 4, 152/161, 5, 207/211.
- [10] Brauer, H.: Wärme- und strömungstechnische Untersuchungen an quer angeströmten Rippenrohrbündeln. Chemie-Ingenieur-Technik 33 (1961) 5, 327/335 und 6, 431/438.
- [11] Brauer, H.: Spiralrippenrohre für Querstrom- und Wärmetauscher. Kältetechnik 13 (1961) 8, 274/279.
- [12] Brauer, H.: Rohre für Wärmetauscher – Berechnungsunterlagen. Arbeitsmappe, gedruckt von der Mannesmann AG, 1961.
- [13] Brauer, H.: Berechnung der Wärmeverluste von im Erdreich verlegten Rohrleitungen. Energie 15 (1963) 9, 354/365.
- [14] Brauer, H., Kriegel, E.: Verschleiß an Rohrleitungen bei hydraulischer Förderung von Feststoffen. Stahl und Eisen 84 (1964) 21, 1313/1322.
- [15] Brauer, H., Kriegel, E.: Hydraulischer Feststofftransport durch waagerechte Rohrleitungen. Bänder Bleche Rohre 6 (1965) 6, 315/324.
- [16] Jeschar, R.: Druckverlust in Mehrkornschüttungen aus Kugeln. Archiv für das Eisenhüttenwesen 34 (1964), 91–108.
- [17] Jeschar, R.: Wärmeübergang in Mehrkornschüttungen aus Kugeln. Archiv für das Eisenhüttenwesen 35 (1964), 517–526.
- [18] Brauer, H., Schlüter, H.: Konvektiver Wärmeaustausch mit heterogener Reaktion. Chemie-Ingenieur-Technik 37 (1965), 11, 1107/1117.
- [19] Brauer, H., Kriegel, E.: Kornbewegung bei der Sedimentation. Chemie-Ingenieur-Technik 38 (1966) 3, 321/330.
- [20] Brauer, H., Schlüter, H.: Konvektiver Stoffaustausch mit heterogener chemischer Reaktion bei Kolbenströmung und in Kugelschüttungen. Chemie-Ingenieur-Technik 38 (1966) 3, 279/287.
- [21] Brauer, H.: Ansatz zur theoretischen Berechnung des Leistungsbedarfs und des Wärmeübergangs beim Rühren. Chemie-Ingenieur-Technik 39 (1967) 5/6, 209/217.
- [22] Brauer, H., Mühle, J.: Stoffübergang bei laminarer Grenzschichtströmung an ebenen Platten. Chemie-Ingenieur-Technik 39 (1967) 5/6, 326/334.
- [23] Brauer, H., Krüger, R.: Untersuchungen zur Flüssigkeitszerstäubung und Tropfenbewegung in Zerstäubungstrocknern. Verfahrenstechnik 3 (1969) 3, 107/116.
- [24] Brauer, H., Mühle, J.: Kontinuierlich durchflossene, mehrstufige Rieselschicht-Reaktoren. Chemie-Anlagen und Verfahren (1969) 12, 44/47.

- [25] Brauer, H., Mühle, J., Schmidt, M.: Untersuchungen an einer mehrstufigen Rieselboden-Wirbelschicht. *Chemie-Ingenieur-Technik* 42 (1970) 7, 494/502.
- [26] Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt (Main), 1971.
- [27] Brauer, H., Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktionen. Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt (Main), 1971/72.
- [28] Brauer, H., Varma Y.B.G.: Air Pollution Control Equipment. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1981.
- [29] Brauer, H.: Fundamentals of Biochemical Engineering. VCH Verlagsgesellschaft mbH Weinheim, 1985.
- [30] Hwang, K.-Y., Brauer, H.: Anaerobe Abwasserreinigung mit Biogasproduktion im Pulsreaktor. *BTF-Biotech-Forum* 4 (1987) 3, 119/130.
- [31] Brauer, H.: Stoffaustausch-Maschinen. Chancen für den Gerätebau und die stoffwandelnde Industrie. *Chemie-Ingenieur-Technik* 58 (1986) 2, 97–107.
- [32] Brauer, H.: Innovationstechnik. *Schweizer Ingenieur und Architekt*, 103 (1985) 6, 103–113. *SWISS CHEM* 6 (1984) 12a, 9–24.
- [33] Brauer, H.: Innovation Engineering. *SWISS CHEM* 8 (1986) 5, 7–29.
- [34] Brauer, H.: Methodik des Innovierens im verfahrenstechnischen Gerätebau (1). *Der Betriebsleiter* 28, H. 1/2 (1987), 15–20.

Verfahrenstechnik im Wandel

Von **Heinz Peter Brauer**

Verehrte Festversammlung!

Meine sehr geehrten Damen, meine Herren!

Ich erweise meinen tiefempfundenen Respekt
der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft,
ihrem Präsidenten
und ihren Mitgliedern.

Ich sage Dank für die hohe Ehrung und verspreche, mich zu bemühen, den Erwartungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gerecht zu werden, die sie noch für die Zukunft in mich setzt.

Ich werde im folgenden über die Verfahrenstechnik sprechen, an deren Gestaltung ich in den vergangenen 35 Jahren habe mitwirken dürfen.

1. Einleitung

Verfahrenstechnik ist, wie bereits ausgeführt, die Technik der Stoffveredlung durch Stoffwandlung mittels physikalischer, chemischer und biologischer Verfahren. Die Betonung liegt hierbei auf dem Wort „Technik“. Denn die Bedingungen der Technik, unter denen die Wandlungsprozesse verlaufen müssen, sind mit den Bedingungen der Laboratorien, in denen der Physiker, der Chemiker und der Biologe arbeiten, nicht identisch. Die vom Physiker, Chemiker und Biologen erarbeiteten Erkenntnisse müssen durch technikwissenschaftliche Erkenntnisse ergänzt werden, um eine wissenschaftlich genügend gesicherte Grundlage zur Realisierung technischer Ziele zu haben. Des Verfahrensingenieurs Aufgaben bestehen also darin, die technikwissenschaftlichen Grundlagen der Wandlungsprozesse zu erarbeiten und die technischen Ziele zu realisieren.

Technik ist in diesem Sinne ein Synonym für Systeme mit im allgemeinen hohem Komplexitätsgrad. Das System faßt Elemente verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen und Erfahrungen zusammen. Es wird von den Regeln der Systemtechnik beherrscht, deren sich der Verfahrensingenieur bedienen muß. Dieses System begründet aber auch eine für die Verfahrenstechnik charakteristische Eigenschaft: das Arbeiten in Partnerschaften [1], [2].

Bei all seinen Aufgaben zur Realisierung technischer Ziele ist der Verfahrensingenieur partnerschaftlich verbunden mit

dem Physiker,
dem Chemiker und
dem Biologen.

Das Arbeiten in Partnerschaften hat der Verfahrenstechnik einen sehr dynamischen Wandel verliehen.

Wandel ist des Lebens Merkmal. Wenn ich hier von der „Verfahrenstechnik im Wandel“ spreche, dann heißt das also, daß ich von einer lebendigen, einer sehr lebendigen und wandlungsfähigen Ingenieurdisziplin spreche.

Wandel der Verfahrenstechnik wird durch neue Ziele herausgefordert, die durch die Natur- und Technikwissenschaften angeregt werden können oder gesellschaftspolitisch erzwungen wurden. Die Akzeptanz dieser neuen Ziele muß durch die Gesellschaft in jedem Falle gewährleistet sein.

Die Realisierung neuer Ziele erfordert die volle Innovationskraft aller an diesem Prozeß beteiligten Menschen, erfordert den Einsatz ihrer Kreativität.

2. Die Aufgaben der Verfahrenstechnik

Um den Wandel in der Verfahrenstechnik aufzeigen zu können, möchte ich das Arbeitsfeld des Verfahrensingeniurs in großen Linien kennzeichnen.

Die Verfahrenstechnik liefert einen Beitrag zur Erfüllung der essentiellen materiellen Bedürfnisse des Menschen. Diese Bedürfnisse sind folgende:

1. Ernährung
2. Gesundheit
3. Energie
4. Rohstoffe
5. Kommunikation
6. Anthropophile Umwelt

Keines dieser essentiellen Bedürfnisse ist von sensationeller Art. Zählt man zu den Bedürfnissen des Menschen sensationelle, so wird eine Überprüfung ergeben, daß diese nicht essentiell, nicht lebensnotwendig sind. Bemerkenswert an dieser Liste der materiellen Bedürfnisse ist jedoch, daß sich eine so dynamische Ingenieursdisziplin wie die Verfahrenstechnik der Erfüllung der Grundbedürfnisse des Menschen widmet.

Mit wenigen Stichworten sollen die Beiträge der Verfahrenstechnik angedeutet werden.

Zur Ernährung: Die Verfahrenstechnik wirkt in entscheidendem Maße an der industriellen Verarbeitung und Veredlung von Nahrungsmitteln mit. Es ist dieser Industrialisierungsprozeß, der unsere Ernährung in qualitativer und quantitativer Hinsicht auf hohem Niveau sichert. Laut Feststellung der FAO kommen etwa $\frac{2}{3}$ aller Feldfrüchte auf dem Feld, während der Lagerung und während des Transportes um. Die Verfahrenstechnik widmet sich der Produktion von Kunstdünger, Insektiziden und Herbiziden ebenso wie Verfahren zur verlustarmen Lagerung und verlustfreiem Transport. Neue technische Verfahren zielen auf die Kultivierung pflanzlicher Zellen in technischen Anlagen zur Produktion zusätzlicher Nährstoffe, die frei von authropogener Kontamination sind.

Zur Gesundheit: Der Beitrag der Verfahrenstechnik zur Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit des Menschen besteht vornehmlich in der Produktion von Medikamenten in der pharmazeutischen Industrie. Aber auch in der Herstellung künstlicher Organe wie Niere und Herz ist die Verfahrenstechnik engagiert.

Zur Energie: Der Mensch als Kulturschaffender und Kulturträger benötigt mehr Energie als er selbst physisch zur Verfügung stellen kann. An der Wiege der europäischen Kultur standen daher auch Heerscharen von Sklaven, die den Energiebedarf zu decken hatten. Die Verfahrenstechnik hilft sowohl bei der Entwicklung von Energiewandlungsverfahren mit erheblich gesteigertem energetischem Wirkungsgrad als auch bei der Erschließung und Nutzung periodisch regenerierter, natürlicher Energieträger.

Zu Rohstoffe: Der Bau von Maschinen und Apparaten, von Fahrzeugen aller Art, von Straßen und Häusern sowie die Produktion aller Konsumgüter erfordert Rohstoffe, deren Gewinnung, Aufbereitung und Veredlung Aufgabe der Verfahrenstechnik ist. Aber auch der Ergänzung und dem Ersatz herkömmlicher Rohstoffe durch regenerierbare, landwirtschaftliche Vorprodukte hat sich die Verfahrenstechnik verschrieben.

Zur Kommunikation: Die kulturelle Entwicklung der Menschheit ist an ein Leben in der Gemeinschaft gebunden. Anders ausgedrückt, die kulturelle Entwicklung erfordert die Kommunikation des Menschen mit dem Menschen. Geistige und materielle Güter müssen zu diesem Zweck transportiert werden. Die Verfahrenstechnik liefert hierzu vielfältige Beiträge. Hingewiesen sei auf die großen Möglichkeiten des Rohrleitungstransportes für Erdöl und Erdgas, für Erze und Kohle in feinkörniger Form sowie für zahlreiche Produkte wie Mehl, Zement usw. Zum Zwecke der Kommunikation widmet sich die Verfahrenstechnik aber auch der Produktion von Papier, Ton- und Bildbändern.

Zur anthropophilen Umwelt: Die Verfahrenstechnik liefert vielfältige Beiträge zum Schutz und zur Gestaltung einer menschenfreundlichen Umwelt. Durch die Entwicklung neuer Stoff- und Energiewandlungsverfahren trägt die Verfahrenstechnik dazu bei, daß weniger Schadstoffe produziert, oder, soweit unvermeidbar, in einer solchen Form produziert werden, daß sie leicht abgeschieden werden können und nicht mit den Trägermedien in die Umwelt gelangen. Ferner entwickelt, baut und betreibt die Verfahrenstechnik alle jenen Anlagen, in denen die in Abgasen und Abwasser enthaltenen Schadstoffe abgeschieden werden. Sowohl für die Aufgaben der Abgas- und Abwasserreinigung als auch der Abfallaufarbeitung und der Bodensanierung werden in zunehmendem Maße Mikroorganismen als chemische Reaktoren eingesetzt.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die Verfahrenstechnik bedeutsame Beiträge zur Deckung der essentiellen materiellen Bedürfnisse des Menschen liefert. Die Verfahrenstechnik ist also in besonders deutlicher Weise ein Teil der „Technik für den Menschen“. Das Leben des Menschen zu erleichtern und zu verbessern, ihm mehr Freiheit zu beschaffen, ist das vornehmste Anliegen der Verfahrenstechnik.

Die Sicherung der Ernährung
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit von Hunger“.

Die Sicherung der Gesundheit
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit von Seuchen“.

- Die Sicherung der Energieversorgung
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit von der Fron“.
 - Die Sicherung der Rohstoffversorgung
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit von materieller Not“.
 - Die Sicherung der Kommunikation und des Transportes
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit von der Vereinsamung und der Isolierung“.
 - Die Sicherung der anthropophilen Umwelt
gewährleistet dem Menschen die „Freiheit vom Druck der Umwelt“.
- Die Verfahrenstechnik ist dem Menschen und der Sicherung seiner Würde verpflichtet.

3. Der Wandel der Verfahrenstechnik

Die Bedürfnisse des menschlichen Daseins werden sich kaum ändern, wohl aber die Wege, die zu ihrer Erreichung eingeschlagen werden. Die Wege führen in die Zukunft, die vorherzusagen uns jedoch verwehrt bleibt. Die Zukunft gehört der nächsten Generation. Wir begeben uns auf Wege, von denen wir also nicht sicher sind, wie weit sie in die Zukunft führen, von der kommenden Generation weiter verfolgt. Unsere Wege sind mit viel Unsicherheit behaftet. Dieser Situation müssen wir uns bewußt sein, wenn wir von Wandel, von neuen Wegen sprechen.

Unsere heutigen Erkenntnisse, Ergebnisse intensiver Forschung, legen uns eine Orientierung nahe, die sich auf folgende neue Fachgebiete als Grundlage zur Erfüllung essentieller menschlicher Bedürfnisse stützen:

- Lebensmittel-Verfahrenstechnik
- Medizin-Verfahrenstechnik
- Energie-Verfahrenstechnik
- Rohstoff-Verfahrenstechnik
- Kommunikations/Transport-Verfahrenstechnik
- Umwelt-Verfahrenstechnik

Diese bedürfnisorientierten Fachgebiete werden von folgenden methodenorientierten Gebieten durchdrungen, die den Wandel der Verfahrenstechnik noch deutlicher machen. Es handelt sich um folgende Gebiete:

1. Bioverfahrenstechnik
2. Dynamik und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen
3. Regelung verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen
4. Sicherheitstechnik
5. Emissionsminderungs- und Sanierungstechnik
6. Innovationstechnik

Auf jedes der Gebiete wird im folgenden näher eingegangen.

4. Bioverfahrenstechnik

Bioverfahrenstechnik ist die Technik und die Ökonomie der Stoffwandlung mittels biologischer Verfahren, bei denen Mikroorganismen, pflanzliche und tierische Zellen sowie Enzyme verwendet werden. Die Bioverfahrenstechnik schließt sowohl die prozeßtechnische, als auch die geräte- und anlagentechnische Seite ein [3].

Unter dem Eindruck neuer mikrobiologischer Erkenntnisse und daraus abgeleiteter technischer Möglichkeiten stand zunächst die Entwicklung und technische Nutzung mikrobieller Prozesse im Vordergrund aller Überlegungen. Diese Prozesse werden im allgemeinen in Bioreaktoren durchgeführt, die weder den Möglichkeiten der modernen Verfahrenswissenschaften noch den Anforderungen der Technik gerecht werden. Die moderne, fortschrittliche prozeßtechnische Entwicklung muß sich unbedingt mit einer ebenso fortschrittlichen gerätetechnischen Entwicklung verbinden, die auf der Grundlage neuester Erkenntnisse der Ingenieurwissenschaften möglich ist.

Der gerätetechnischen Entwicklung stehen einige gewichtige, gut fundierte Argumente entgegen. Bei der Produktion sehr hochwertiger Stoffe, die nur in sehr geringer Menge benötigt werden, sind die gerätespezifischen Kosten für die Gesamtkosten häufig von sehr geringer Bedeutung. Die prozeßtechnischen Risiken, insbesondere durch die Steriltechnik bedingt, sind bei derartigen Produktionen sehr groß. Aus diesem Grunde versucht man, die gerätetechnischen Risiken, die mit der Geräteentwicklung zwangsläufig verbunden sind, möglichst gering zu halten. Man bemüht sich, Altbewährtes zu erhalten und lediglich in kleinen Schritten neuen Anforderungen anzupassen. Man geht bewußt den langen Weg der evolutionären Entwicklung und vermeidet jede revolutionäre Entwicklung, unabhängig davon, wie weit diese durch ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse ermöglicht wird.

Ganz anders sieht die Situation jedoch aus, wenn die bioverfahrenstechnische Anlage für große Durchsätze geplant ist; sei es für die Herstellung von Massenprodukten, sei es für die Weiterverarbeitung des bei der Produktion anfallenden Abwassers.

Die Herstellung von Massenprodukten auf der Grundlage von agrarischen Rohstoffen wird wahrscheinlich erst dann von großtechnischer Bedeutung werden, wenn beispielsweise Äthanol als Grundstoff für die chemische Industrie oder als Treibstoffzusatz Interesse findet. Zu dem Problem der nachwachsenden Rohstoffe und Bioäthanolproduktion hat sich der Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Dezember 1986 in Düsseldorf vor der Wirtschaftspublizistischen Vereinigung unter anderem wie folgt geäußert:

„Diversifizierung der Rohstoffe und Energieversorgung auch mit Hilfe der nachwachsenden Rohstoffe“ ist eine anerkannte Herausforderung unserer Zeit. „Wir müssen heute den Grundstein dafür legen, daß wir morgen alle Möglichkeiten der Energieversorgung mit agrarischen Energieträgern ausschöpfen können. Dies betrachte ich als sinnvolle Vorsorgestrategie, um für eine veränderte energiewirtschaftliche – ebenso wie für eine veränderte rohstoffwirtschaftliche – Situation gewappnet zu sein.“

„Werden dem Benzin nur 3% Agraralkohol beigemischt, würden allein in der Bundesrepublik Deutschland jährlich $1,15 \cdot 10^6$ t Benzin gespart werden. Gleichzeitig

können 360.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche für Energiepflanzen eingesetzt werden.“

Die Wirtschaftlichkeit der Produktion von Bioäthanol ist, so wird allgemein anerkannt, heute nicht gegeben. Indes ist dabei zu beachten, daß die Wirtschaftlichkeit dieses in die Zukunft projizierten Prozesses mit einer bewährten Technik von Gestern ermittelt wurde. Ersetzt man daher die Technik von Gestern durch eine noch zu entwickelnde Technik von Morgen, dann wird die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Prozesses wahrscheinlich eine ganz andere Antwort erhalten.

Das Für und Wider der Produktion von Bioalkohol erhielt einen weiteren förderlichen Aspekt, wenn man einen Anteil der heute üblichen Subvention der Landwirtschaft für eine begrenzte Zeit zur Unterstützung der Produktion von Bioalkohol verwenden würde.

Hinsichtlich technischer Großanlagen für mikrobielle Reaktionen liefern die seit vielen Jahrzehnten erfolgreich betriebenen biologischen Kläranlagen ein gutes Beispiel. Seit in den sechziger Jahren industrielle Abwässer erfolgreich biologisch gereinigt werden, hat die biologische Abwasserreinigung eine sehr stürmische Entwicklung genommen. Heute stehen Hochleistungsanlagen in der technischen Erprobung, die den herkömmlichen Anlagen hinsichtlich der Klärleistung je Volumeneinheit mindestens um das Zehnfache überlegen sind. Derartige Hochleistungs-Bioreaktoren konnten nur auf der Grundlage intensiver und erfolgreicher verfahrenstechnischer Forschung über die Stoffumsetzung der Mikroorganismen, über den Eintrag von Sauerstoff in das Abwasser, über die Verteilung der Mikroorganismen und des Sauerstoffs im Bioreaktor, über Schaumbildung und Schaumzerstörung und über den erforderlichen Energieaufwand entwickelt werden. Die Bioverfahrenstechnik hat ihre erste Bewährungsprobe bei der biologischen Abwasserbehandlung bestanden. Ihre Bewährungsprobe bei der biologischen Produktion von Massengütern steht noch bevor. Dabei müssen die Probleme der Sterilität beachtet werden, die sowohl für den Bau der Geräte und Anlagen, als auch für die Prozeßführung von großer Bedeutung sind.

Die biologische Stoffwandlung ist prinzipiell nur eine besondere Form der chemischen Stoffwandlung. Die Attraktivität der biologischen Stoffwandlung liegt jedoch darin, daß sie angenähert bei Umgebungstemperatur und normalem Druck stattfindet. Im Vergleich dazu erfordern chemische Stoffwandlungen ein Temperaturniveau zwischen etwa 400° C und 1200° C. Zusätzlich muß in vielen Fällen zur Erzielung technisch und wirtschaftlich günstiger Reaktionsbedingungen, der Druck erheblich über den Normalzustand erhöht werden. Es sind diese Stoffwandlungsbedingungen, die für den hohen Energieaufwand der chemischen Industrie verantwortlich sind [4].

Den hohen Energieaufwand der stoffwandelnden Industrie erheblich zu senken, ist eine der großen Chancen, die die Bioverfahrenstechnik bietet. Nicht minder groß ist die Chance zur Herabsetzung des Rohstoffeinsatzes. Der biologische Prozeß kann zielgerichteter verlaufen, so daß neben den Zielprodukten eine im Vergleich zu normalen chemischen Prozessen verminderte Menge an Abprodukten oder Reststoffen anfällt. Die biologische Stoffwandlung kann also auch dazu beitragen, weniger Schadstoffe in die Umwelt zu emittieren.

Die Vorteile mikrobieller Stoffwandlungen sind im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß die für die Stoffwandlung maßgebenden organischen Katalysatoren, die Enzyme, einen Jahrtausenden dauernden Optimierungsprozeß evolutionär durchlaufen haben und dabei ein für natürliche Prozesse verbindliches Optimum erreicht haben. Ob dieses für natürliche Bedingungen der Stoffwandlung geltende Optimum mit dem für technische Bedingungen möglichen Optimum übereinstimmt, ist zumindest unsicher. Eine zuverlässige Aussage hierüber erforderte vollkommene Beherrschung aller für den Mikroorganismus wichtigen Vorgänge, also eine Beherrschung dessen, was wir Leben nennen [5].

Wie wenig wir von den Eigenschaften, dem Verhalten lebender Wesen kennen und beherrschen, beweist uns das Geschehen während eines jeden Tages. Die Verfahrenstechnik ist durch den Einsatz von Mikroorganismen, den Kleinstlebewesen, für die Durchführung technischer Stoffwandlungen vor vollkommen neuartige Aufgaben gestellt. Wir müssen berücksichtigen, daß wir mit Organismen arbeiten, deren Verhalten durch ein Entscheidungszentrum gesteuert wird, zu dem wir noch keinen Zugang gefunden haben. Wir kennen daher auch noch gar nicht alle Möglichkeiten, die in den Mikroorganismen angelegt sein können.

Dieses eben geschilderte Unwissen wird hinsichtlich seiner Auswirkungen auf technische Prozesse jedoch gemildert, da die Lebensdauer und die Regenerationszeit sehr kurz sind. Die Anpassung an bisher ungewohnte, also technische Bedingungen wird dadurch gefördert.

Im Vordergrund des Interesses stehen für die Verfahrenstechnik zur Zeit insbesondere die Versorgung der Mikroorganismen mit allen erforderlichen Nährstoffen. Das Versorgungsproblem ist um so schwieriger zu lösen, je größer die Zahl der Mikroorganismen in einem bestimmten Volumenelement des Bioreaktors ist. Unter den Bedingungen, die wir üblicherweise in dem von uns betriebenen Reaktor haben, würden in einem Volumen von etwa 32 cm^3 , das entspricht etwa dem Volumen einer Mokkatasse, bis zu 1000 Milliarden Bakterien antreffen. Das sind in diesem kleinen Volumen bereits 200 mal so viele Bakterien als Menschen auf der Erde sind. Der Verfahrensingenieur muß das technische Gerät so gestalten und betreiben, daß alle Bakterien gleichmäßig versorgt werden können. Die Lösung dieses Problems wird dadurch erleichtert, daß die Bakterien außerordentlich klein sind. Ihr Durchmesser beträgt $0,4 \text{ }\mu\text{m}$. Von diesen Bakterien müßte man 2500 dicht nebeneinander legen, um eine Länge von nur einem Millimeter zu erhalten.

Aufgrund der winzigen Abmessungen der Mikroorganismen ist, trotz ihrer außerordentlich großen Zahl je Volumeneinheit, die Menge an produziertem Stoff in diesem Volumen sehr gering. Diese sehr geringe Menge muß durch sehr aufwendige Verfahren aus dem Wasser herausgeholt werden. Es ist dieses Trennverfahren, das die Vorteile biologischer Produktionen wieder aufzuheben droht. Es ist daher unbedingt erforderlich, technische Verfahren so zu gestalten, daß die Konzentration des Zielproduktes im Wasser, das für die Organismen der Lebensraum ist, durch geeignete Maßnahmen erhöht wird [6].

Auf dieser Linie ließen sich noch zahlreiche andere Probleme anführen, die von der Verfahrenstechnik gelöst werden müssen und die den Wandel der Verfahrenstechnik bestimmen. Dieser Weg soll hier aber nicht weiter verfolgt, sondern auf andere Fachgebiete verwiesen werden, die den Wandel der Verfahrenstechnik nicht minder stark beeinflussen.

5. Dynamik, Regelung und Sicherheit verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen

Alles technische Geschehen ist ein dynamischer Prozeß, in dem sich maßgebende Parameter nach festen Regeln abhängig von der Zeit ändern, um für eine bestimmte Zielgröße vorgeschriebene Eigenschaften sichern zu können. Die Dynamik des Prozesses wird durch die Regelungstechnik unter Kontrolle gehalten [7], [8]. Je stärker die Dynamik des Prozesses ausgeprägt ist, desto größer sind die Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage [9].

Dynamik, Regelung und Sicherheit technischer Anlagen sind entscheidende Aspekte einer Systemtechnik. Hinzunehmen müßte man zu diesem Block noch die Emissionsminderungstechnik. Da sie jedoch sehr verschiedene Möglichkeiten zur Erreichung ihres Zieles bildet, ist eine gesonderte Behandlung zweckmäßig.

Bis in die Gegenwart war die Verfahrenstechnik vor allem mit der Gestaltung stationärer Prozesse befaßt. Erst in jüngster Zeit ist die Verfahrenstechnik gezwungen, instationäre, zeitlich mehr oder weniger schnell veränderliche Stoff- und Energiewandlungsprozesse zu gestalten und zielgerecht zu führen. Diese Wandlung wird durch sich ändernde weltwirtschaftliche Bedingungen, durch ein neues System der Arbeitsteilung zwischen Ländern unterschiedlichen Industrialisierungsgrades, aber auch durch Einführung vollkommen neuer Stoffwandlungsprozesse auf der Grundlage von Mikroorganismen herbeigeführt.

Um den zeitlichen Ablauf dynamischer Prozesse vorherbestimmen zu können, bedient man sich den Prozeß vereinfachender Modelle, die man mathematisch beschreiben kann. Der Prozeß wird in dieser Weise simuliert. Die Prozeßsimulation kann beispielsweise dazu dienen, in Hinblick auf eine Zielgröße zu optimieren. Zielgrößen sind beispielsweise die Qualität und Menge des Produktes, oder der Aufwand an Rohstoffen und Energie.

Das Modell kommt dem realen Prozeß um so näher, je genauer die Kenntnisse über zeitlich veränderliche Strömungen, Wärme- und Stofftransportprozesse sowie chemische und biologische Reaktionen sind. Unsere bisherigen Kenntnisse über die sogenannten Transport- und Reaktionsprozesse stützen sich vornehmlich auf stationäre Vorgänge.

Die von Prandtl begründete Strömungslehre ist im wesentlichen eine Lehre von den stationären Strömungen. Der Wandel der Verfahrenstechnik erfordert eine gründliche Untersuchung der instationären Strömungen für die verfahrenstechnisch bedeutsamen Fälle der Umströmung von Körpern und Platten und der Durchströmung von Kanälen mit unterschiedlich geformten Strömungsquerschnitten. Kaum anders verhält es sich mit der Wärmeübertragung. Die von Nußelt begründete konvektive Wärmeübertra-

gung ist im wesentlichen eine stationäre Wärmeübertragung. Gesetze für den instationären konvektiven Wärmetransport müssen erst noch erarbeitet werden. Dabei kommt erschwerend hinzu, daß der instationäre Wärmetransport sowohl mit einer stationären, als auch mit einer instationären Strömung verbunden sein kann. Ganz ähnliche Bedingungen gelten auch für die Stoffübertragung; Erschwernisse ergeben sich zusätzlich dann, wenn der Stofftransport mit chemischen Reaktionen verbunden ist.

Von besonderer Bedeutung sind für die Verfahrenstechnik die mehrphasigen Strömungen und die damit verbundenen Prozesse der Wärme- und Stoffübertragung ohne und mit chemischen Reaktionen. Aber auch alle solche Verfahren, mit deren Hilfe die Emission von Schadstoffen gemindert werden soll, bedürfen der Untersuchung unter instationären Bedingungen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Entstaubungsverfahren. Es gilt sowohl die Untersuchung des instationären Verhaltens der herkömmlichen Einrichtungen sowie der Weiterentwicklung neuartiger Entstauber, die den instationären Betriebsbedingungen besser angepaßt sind.

Die verschiedenartigen instationären, dynamischen Prozesse fordern von der verfahrenstechnischen Forschung eine neue Orientierung. Experimentelle und theoretisch-numerische Methoden, letztere sicherlich in steigendem Maße, müssen zur Lösung der Probleme herangezogen werden. Die Lösung der mit dynamischen Prozessen verbundenen Probleme ist sicherlich ebenso aufwendig wie die Lösung der bioverfahrenstechnischen Probleme.

6. Emissionsminderungs- und Sanierungstechnik

Die verfahrenstechnisch orientierte Industrie hat bei der Entwicklung von technischen Verfahren zur Minderung schädlicher Emissionen stets eine wichtige Rolle gespielt [10]. Als Beispiel sei an die Entwicklung des Elektrofilters durch Cottrell zu Beginn dieses Jahrhunderts erinnert. Das Ziel dieser Entwicklung war die Abscheidung von Nebeltröpfchen hinter einer Anlage zur Erzeugung von Schwefelsäure.

Die Entwicklung von Prozessen und Geräten zur Minderung schädlicher Emissionen ist nicht nur in der Vergangenheit ein bedeutsames Problem der Verfahrenstechnik gewesen, es wird ein noch bedeutsameres Problem für die Zukunft sein. Die ungeheuren Ausgaben für die Erforschung der Ausbreitung und der Wirkung von emittierten Schadstoffen sowie für ihre meßtechnische Verfolgung lassen sich nur in Grenzen halten und wieder herabsetzen, wenn es gelingt, die Schadstoffemissionen weiterhin nachhaltig herabzusetzen. Dieses muß aber keineswegs allein durch Prozesse und Geräte zur Abscheidung erfolgen. Viel bedeutsamer ist die Forderung, die Produktion von Schadstoffen so weit wie möglich einzustellen. Es müssen also emissionsarme stoff- und energiewandelnde Prozesse und zugehörige Geräte entwickelt werden [11].

Die in jüngster Zeit verschärfte Diskussion über Schadstoffemissionen ist vor allem durch Erkenntnisse über die Akkumulation von Schadstoffen in Organismen und über ihre Langzeitwirkungen ausgelöst. Aufgrund der Schadstoffakkumulation verliert die Höhe der Schadstoffkonzentration am Emissionsort ihre Bedeutung. Der durch Emissionen bedingte Schaden ist dann nur eine Frage seines zeitlichen Auftretens.

Bedeutende Emissionsschäden sind aber nicht nur beim Menschen, bei Flora und Fauna festzustellen, sondern ebenso bei Sachgütern. In vielen Fällen handelt es sich bei diesen um bedeutende Kulturdenkmäler. Mit ihnen würde ein Teil unserer kulturellen Vergangenheit dahinsterven.

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und zur Verdeutlichung der Zukunftsaufgaben für die Verfahrenstechnik muß von folgenden Grundsätzen ausgegangen werden:

1. Jeder luftfremde, wasserfremde und bodenfremde Stoff ist ein potentieller Schadstoff, dessen Emission verhindert werden muß.
2. Die Konzentration eines Stoffes, der in der natürlichen Luft, im natürlichen Wasser und im natürlichen Boden vorhanden ist, darf durch anthropogene Tätigkeiten erhöht und dadurch zum potentiellen Schadstoff gemacht werden.

Gemäß diesen Grundsätzen ist es also außerordentlich schwierig, Grenzwerte für die Emissions- und Immissionskonzentration festzulegen, auch wenn diese nur für eine jeweils begrenzte Zeit gelten sollen, um den fortschreitenden Stand der Technik berücksichtigen zu können.

Als Zielsetzung für das Handeln des Verfahrensingenieurs ergibt sich: Absenkung der Emission potentieller Schadstoffe auf das technisch niedrigst mögliche Niveau mit den wirtschaftlichsten Mitteln. Hierfür stehen

rohstofftechnische,
hilfsstofftechnische,
produktionstechnische und
abscheidetechnische

Möglichkeiten grundsätzlich zur Verfügung. Die Minderung der Schadstoffemissionen ist also nicht nur ein Problem der Abscheidetechnik, sondern in steigendem Maße ein Problem der richtigen Auswahl der Rohstoffe, der begrenzten Verwendung von Luft und Wasser als Hilfsstoffe sowie der richtigen Auswahl und des optimalen Ablaufes des stoff- und energiewandelnden Produktionsprozesses. Erhöhter geistiger Aufwand zur emissionsgerechten Gestaltung dieser Teilprozesse setzt die Kosten für die Abscheidegeräte herab. Je wirkungsvoller die Maßnahmen im eigentlichen Produktionsprozeß sind, desto mehr wird das Abscheideproblem zu einem Spurstoffproblem. Die abzuscheidenden Schadstoffe treten nur in sehr geringen Konzentrationen auf.

Bei der technischen Lösung vieler Probleme wird die Bioverfahrenstechnik eine wichtige Rolle spielen. Die biologische Reinigung von Abwässern hat bereits erhebliche Fortschritte erlebt. Man darf jedoch davon ausgehen, daß damit erst ein hoffnungsvoller Anfang gemacht wurde. Die Reinigung der Abwässer am Ort ihrer Entstehung wird eine Fülle neuer technischer und mikrobiologischer Aufgaben stellen und dem Versacherprinzip zum Durchbruch verhelfen. Eine vergleichbare Entwicklung auf dem Gebiet der biologischen Abluftreinigung ist sehr erwünscht. Sie erfordert den verstärkten Einsatz der Verfahrenstechnik. Alle neuen Aufgaben, deren Lösung die Minderung von Schadstoffemissionen zum Ziel hat, können durch den Einsatz der Innovationstechnik erfolgreicher bearbeitet werden.

Die Sanierungstechnik wendet sich insbesondere der Beseitigung von Schadstoffbelastungen im Erdreich, in Schlammablagerungen von Flüssen, Seen, Häfen und küstennahen Gewässern sowie der Beseitigung langsam fortschreitender Zerstörung von Bauwerken zu.

7. Innovationstechnik

Von Innovationen wird in diesem Beitrag nur gesprochen, so weit sie sich aus neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen, aus Ergebnissen der Forschung ableiten lassen. In diesem Sinne ist

Innovation als Realisation wissenschaftlich begründeter Möglichkeiten aufzufassen. Demgemäß gilt also [12]:

Innovationstechnik ist die Methodik, die bei der Umwandlung wissenschaftlich begründeter Möglichkeiten in technische Realität angewendet werden kann.

Innovation ist das Schwungrad der Technik, sie verleiht der Technik die ihr spezifische Dynamik. Ohne eine kontinuierliche Erneuerung wird die Technik in Erstarrung verfallen, ja, ihre Existenz einbüßen. Dieses ist ein bedenkliches Zeichen für mangelnde Schöpfungskraft des Menschen. Für eine gewisse Zeit treibt das sich stetig langsamer drehende Schwungrad die Technik noch voran. Der Mensch fühlt sich aber nicht mehr als gestaltende und beherrschende Kraft, er fühlt sich in zunehmendem Maße bereits von der Technik getrieben und schließlich gar als Sklave der Technik.

Innovationen lassen sich in zwei große Gruppen aufteilen: Basis- und Folgeinnovationen. Es sind die Basisinnovationen, die sich auf die Ergebnisse der Forschung stützen, die zur Erneuerung technischer Prozesse, Geräte und Anlagen führen. Folgeinnovationen stützen sich dagegen vor allem auf praktische Erfahrungen, die zur Verbesserung bereits bekannter technischer Systeme führen.

Basisinnovationen vermögen die Technik zu revolutionieren, sie in größeren Sprüngen fortzuentwickeln. Ihre Integration in den gesamten Entwicklungsprozeß der Technik und ihre gesellschaftliche Akzeptanz hat zwangsläufig zur Folge, daß sie nur in größeren Zeitabständen auftreten.

Basisinnovationen stützen sich vornehmlich auf neue, grundlegende Erkenntnisse der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Die insbesondere in den letzten hundert Jahren beobachtete Entwicklung dieser Wissenschaften hat ihre Voraussetzung für Basisinnovationen immer deutlicher hervortreten lassen. Wer über ein großes Potential an Grundlagenwissen verfügt, besitzt bereits eine der beiden Voraussetzungen für große innovative Leistungen. Die zweite, nicht minder bedeutsame Voraussetzung ist ein kreativer Geist, der aus wissenschaftlich begründeten Möglichkeiten technische Realitäten schafft. Basisinnovationen werden dort ihren Ursprung finden, wo das notwendige Potential an Grundlagenwissen vorhanden ist. Dieses ist in erster Linie in den Instituten der Universitäten und, in geringerem Maße, in industriellen Forschungszentren der Fall.

Jede Idee, die in einer Innovation ihre Realisation findet, hat Bezug zu vorausgegangenen. Aber jede Innovation muß über diesen Bezug hinaus etwas Neues und Eigenständiges beinhalten. Anderenfalls fände die Innovationskette sonst keine Fortsetzung. Innovatorische Leistung setzt eine möglichst umfassende Beherrschung wissenschaftlicher Grundlagen und einen kreativen Geist voraus. Kreativität wird hier als Integration, als Symbiose, von Intuition und Rationalität aufgefaßt. Dabei ist Intuition stets etwas Einmaliges, nicht Wiederholbares, nicht Kontrollierbares und auch nicht Programmierbares und Planbares. Im Gegensatz dazu ist die Rationalität höchster Ausdruck für das Nachvollziehbare, das Wiederhol- und Kontrollierbare, das Programmier- und Planbare.

Kreativität erwächst aus dem Widersprüchlichen, aus geistiger Freiheit für die Intuition und geistiger Bindung und Disziplin in der Rationalität. Letztere sorgt dafür, daß die Bäume der Intuition nicht in den Himmel wachsen. Kreativität muß sich in dem hier betrachteten Zusammenhang, in der technischen Welt entfalten, denn hier ist sie dem Menschen dienlich.

Die Aufgabe der Innovationstechnik besteht darin, den Innovationsprozeß mit Hilfe der Rationalität zielgerichtet in Gang zu setzen, so daß ein hoher Grad von geistiger Anregung als Voraussetzung für die intuitive Erfassung innovativer Möglichkeiten erreicht wird. Rationalität wird somit bewußt als Vehikel der Kreativität genutzt. Intuition erwächst aus geistiger Bewegung und Unruhe, die von der Rationalität bewußt geschaffen wird.

Die großen Probleme, die der Verfahrenstechnik gesetzt sind, lassen sich nur durch den vollen Einsatz aller kreativen Kräfte lösen. Der Kreativität und ihres bewußten Einsatzes wird eine immer größere Rolle zukommen. Die Förderung der Kreativität von Studenten wird für die Universitäten im Rahmen ihrer Ausbildungsaufgaben stärker als bislang zu beachten sein [13].

Es ist die Kreativität, die, aus geistiger Unrast erwachsen, den Wandel in unserem Dasein gewährleistet. Die Verfahrenstechnik nimmt an diesem Wandel aktiv teil und erfährt dabei selbst ihren Wandel.

Literatur

- [1] H. Brauer: Beiträge der Verfahrenstechnik zur Gestaltung unserer Zukunft; erschienen in: Technischer Fortschritt sichert die Zukunft, S. 273/298; VDI-Verlag, Düsseldorf 1985.
- [2] H. Brauer: Verfahrenstechnik und GVC im Ausklang des 20. Jahrhunderts. Ein Beitrag aus der Sicht der Universität; erschienen in: VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen – gestern – heute – morgen, S. 128/141; Verein Deutscher Ingenieure, Graf-Recke-Straße 84, Düsseldorf 1, 1984.
- [3] H. Brauer: Von der chemischen zur mikrobiologischen Stoffumwandlung; Swiss Biotech 3 (1985) 5, S. 27/41.
- [4] E.H. Honwink: A realistic view on biotechnology; Dechema, Frankfurt am Main, 1984.
- [5] K.H. Büchel: Die Zukunft der Biotechnologie in der industriellen Nutzung; Wissenschaftsmagazin Heft 7, S. 35/40, Technische Universität Berlin 1985.

- [6] H. Dellweg: Biotechnologie – Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren; Wissenschaftsmagazin Heft 7, S. 5/10, Technische Universität Berlin 1985.
- [7] F.D. Althoff: Messen, Steuern, Regeln, leistungsentscheidende Schlüsselfunktionen zukunfts gesicherter Technik; erschienen in: Technischer Fortschritt sichert die Zukunft, S. 59/86; VDI-Verlag, Düsseldorf 1985.
- [8] W. Leonhard: Zur Entwicklung der Regelungstechnik; Regelungstechnische Praxis 25 (1983) 4, S. 131/136.
- [9] K.-H. Lindackers: Sicherheitsanalyse in modernen Technologien, ihre Bewertung und Grenzen; Tagungsbericht Ifd-Kolloquium, Verlag TÜV-Rheinland GmbH 1973.
- [10] O. Schwarz: Luftreinhaltung – Eine internationale Aufgabe des Ingenieurs in Gegenwart und Zukunft; erschienen in: Technischer Fortschritt sichert die Zukunft, S. 365/398; VDI-Verlag, Düsseldorf 1985.
- [11] H. Brauer: Beiträge von Forschung und Entwicklung zur Lösung von Problemen der Luftreinhaltung; Staub-Reinhaltung der Luft 45 (1985) 9, S. 402/408.
- [12] H. Brauer: Methodik des Innovierens im verfahrenstechnischen Gerätebau; Fabrik der Zukunft, Verlag für Technik und Wirtschaft, Wiesbaden 1987.
- [13] H. Brauer: Innovationstechnik; Schweizer Ingenieur und Architekt (1985) 6, S. 103/113.

DIE BRAUNSCHWEIGISCHE WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT

VERLEIHT DIE

CARL-FRIEDRICH-GAUSS-MEDAILLE

HERRN PROFESSOR DR.-ING.

HEINZ PETER BRAUER

IN WÜRDIGUNG SEINER HERVORRAGENDEN
WISSENSCHAFTLICHEN LEISTUNGEN
AUF DEM GEBIET DER VERFAHRENSTECHNIK,
INSBESONDERE DER MEHRPHASENSTRÖMUNG,
DES STOFFAUSTAUSCHES MIT CHEMISCHEN
REAKTIONEN SOWIE DER BIOLOGISCHEN ABLUFT-
UND ABWASSERREINIGUNG

Professor Dr.-Ing. Heinz Peter Brauer hat bedeutende Beiträge zur Entwicklung und ingenieurmäßigen Darstellung der Verfahrenstechnik geleistet und durch seine international anerkannten Lehrbücher über Mehrphasenströmung, Stoffübertragung und Umweltverfahrenstechnik wesentlich zum hohen Stand dieser Ingenieurdisziplin beigetragen.

Braunschweig, den 30. April 1988



J. Oberz.

Präsident
der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft

Brauer, Heinz Peter, Dr.-Ing., Professor für Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Berlin, Jänickestraße 65, 1000 Berlin 37

- geboren: 28. 12. 1923 in Oldenburg (Oldenburg)
- 1930–1941 Grundschule und Gymnasium
- 1941–1948 Kriegsdienst und Kriegsgefangenschaft
- 1949–1954 Studium Fachrichtung Maschinenbau, Technische Hochschule Hannover
- 1954 Dipl.-Ing., Technische Hochschule Hannover
- 1956 Dr.-Ing., Technische Hochschule Hannover
- 1959 Habilitation, Technische Hochschule Hannover
- 1960–1963 Leiter der Wärme- und Strömungstechnik, Mannesmann AG, Düsseldorf
- seit 1963 o. Professor, Technische Universität Berlin
- Publikationen: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen (Sauerländer 1971)
 Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktionen
 (gemeinsam mit D. Mewes; Sauerländer 1971)
 Air Pollution Control Equipment
 (gemeinsam mit Y. B. G. Varma; Springer 1981)
- Herausgabe: Fundamentals of Biochemical Engineering (Verlag Chemie 1985)
- Mitglied: VDI-Kommission Reinhaltung der Luft
 Gutachterkommission des Bundesministers für Forschung und Technologie
 sowie des Bundesministers für Reaktorsicherheit und Umweltschutz
- Ehrungen:
- 1960 Arnold-Eucken-Preis der Gesellschaft für Verfahrenstechnik im VDI
- 1984 Arnold-Eucken-Medaille der Gesellschaft für Verfahrenstechnik im VDI
 Kościnszki Medaille der Politechnika Krakowska
- 1985 Ehrenzeichen des VDI
- 1988 Carl-Friedrich-Gauß-Medaille der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Schlußwort des Generalsekretärs

Sehr verehrte Anwesende!

Im Dezember dieses Jahres wird die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft fünfundvierzig Jahre alt. Ihre Gründung im letzten Drittel des zweiten Weltkrieges legt die Vermutung nahe, die Entstehung dieser Gesellschaft sei vor allem motiviert durch die Absicht, kriegswichtige Forschungen zu fördern. In den zur Eröffnung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehaltenen Ansprachen des damaligen Rektors sowie des Prorektors der Technischen Hochschule Braunschweig sind entsprechende Sätze durchaus enthalten. Daneben scheinen andere Bemerkungen eher Selbstverständliches auszudrücken, wie zum Beispiel: Die BWG „hat die Aufgabe, die wissenschaftliche Arbeit im Braunschweiger Hochschulraum anzuregen und zu fördern“. Aus heutiger Sicht bekommen derartige Bemerkungen ein eigenes Gewicht, denn in der Tat waren es lokale Ereignisse, die zu Geburtshelfern der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft wurden.

In einem Artikel, der in diesem Jahr in den Mitteilungen der Technischen Universität Braunschweig erschienen ist, hat Dr. Stubenvoll die damaligen Raumordnungsprobleme Braunschweigs skizziert. Ohne auf Einzelheiten einzugehen sei hier nur erwähnt, daß nach der Standortfestlegung der sog. Reichswerke Hermann Göring, der heutigen Stahlwerke in Salzgitter, der Bau einer Großsiedlung bei Lebenstedt geplant und später in großen Teilen realisiert wurde. Die Leitung der Reichswerke teilte der Braunschweiger Verwaltung im April 1939 mit, daß sowohl das Wolfenbütteler Technikum als auch die Bergakademie Clausthal-Zellerfeld in diese Großsiedlung verlegt würden. Diese Bestrebungen zielten auf die Schaffung einer neuen Hochschule im Einzugsbereich der Technischen Hochschulen Hannover und Braunschweig. Die Lebensfähigkeit von drei Hochschulen auf einem so engen Raum wurde in Braunschweig sogleich bezweifelt. Die Technische Hochschule Braunschweig und die Bergakademie Clausthal wehrten sich deshalb gemeinsam gegen dieses Vorhaben. Sie strebten stattdessen die Zusammenlegung ihrer Hochschulen zu einer „technischen und montanistischen Hochschule Braunschweig-Clausthal“ an, die eine „technische Gesamthochschule“ sein sollte. Diese Bemühungen um eine Vereinigung beider Hochschulen dauerten mehrere Jahre, bis im September 1943 der damalige Gauleiter Lauterbach den Rektoren der beiden Hochschulen erklärte, daß er die geplante Zusammenlegung endgültig ablehne. Er habe am 24. August 1943 von Göring die Entscheidung erwirkt, daß die Bergakademie Clausthal nach Salzgitter verlegt und dort in sehr bedeutendem Ausmaße ausgebaut werden solle. Ferner sollte in Hannover eine wissenschaftliche Zentrale durch Gründung der Leibnizgesellschaft geschaffen werden, der sich die in Clausthal und Braunschweig zu bildenden Untergruppen einzuordnen hätten. Offenbar durch diese Ereignisse ausgelöst, wurde nun in Braunschweig die von

beiden Hochschulen ebenfalls seit längerer Zeit geplante Gründung einer Wissenschaftlichen Gesellschaft verstärkt betrieben. Bereits zwei Monate später konnte die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft mit besonderer Genehmigung des zuständigen Reichsministers Rust gegründet werden. Das erste Mitglieverzeichnis enthält neben den Namen vieler Professoren aus dem Braunschweiger Raum auch die von vier Professoren der Bergakademie Clausthal. Die vor dem Hintergrund konkurrierender Bestrebungen gegründete Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft begann ihre Arbeit mit einer Eröffnungssitzung am 9. Dezember 1943. Auf dieser Sitzung wurde von Professor Ernst Schmidt ein Referat gehalten, das auch heute noch lesenswert ist. Schmidt schließt sein Referat mit einem Wort von Max Planck, wonach „die in der Stille geübte hingebende sachliche Arbeit auch für das Gemeinwohl sich auf die Dauer stets wirksamer erweist als klangvolle Beteuerungen der Gesinnungstüchtigkeit“.

An der Wiege der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft standen keine Feen, sondern Männer mit unterschiedlichen Motivationen. Seitdem hat sich die BWG entwickelt und verändert. Geblieben ist das Anliegen, geisteswissenschaftliche und naturwissenschaftlich-technische Disziplinen zusammenzubringen. Diesem Ziel dient auch die jährliche Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille für hervorragende wissenschaftliche Leistungen. Sie, verehrter Herr Brauer, haben uns durch Ihren Festvortrag „Verfahrenstechnik im Wandel“ einen Einblick in die Entwicklung einer technischen Wissenschaft vermittelt. Dafür danke ich Ihnen im Namen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Schließlich gebührt all denen unser Dank, die zur Gestaltung und zum Gelingen dieser Feier beigetragen haben. Wir sind vor allem der Stadt Braunschweig dankbar, daß sie uns seit Jahren ermöglicht, die Feierliche Jahresversammlung in diesem altherwürdigen Haus abzuhalten.

Friedrich Johannsen

* 17.9.1897 † 5.5.1983

Von **Paul Funke**

Die Technische Universität Clausthal verlor am 5. Mai 1983 einen ihrer verdienstvollen, in der internationalen Fachwelt anerkannten Kollegen und einen engagierten Rektor, der gerade in der schwierigen Nachkriegszeit, nämlich von 1950 bis 1952 den Bestand und – in den ersten Ansätzen – die Neuorientierung der kleinen Bergakademie nach ihrer 175-Jahr-Feier durchsetzte. Der fachliche Kontakt brach auch nach seiner Emeritierung 1962 mit den Kollegen nicht ab, zu bedauern war sein Fortziehen von Clausthal im Jahre 1963, so daß der persönliche Kontakt abnahm und viele Kollegen, die erst um diese Zeit an die Bergakademie berufen wurden, ihn nicht mehr kennenlernen konnten. Er lebte erst einige Jahre in Baden-Baden, später in Konstanz, wo er auch verstarb.

Friedrich Johannsen wurde am 17. September 1897 in Gulde, Kreis Flensburg, geboren, nach Abschluß seiner Schulausbildung 1915 nahm er als Soldat bis Kriegsende 1918 am ersten Weltkrieg teil. Nach einem Semester an der Universität Kiel begann er 1919 das Studium des Metallhüttenfachs an der Bergakademie Clausthal, das er im Juli 1921 mit der Diplomprüfung abschloß. Seine erste Industrietätigkeit Anfang August 1921 war die eines Betriebsingenieurs bei den Zinn-Werken Wilhelmsburg, wo er sich mit der Aufarbeitung von Metallabfällen beschäftigte und aus dem Verblasen von Messing im Konverter seine erste wissenschaftliche Aufgabenstellung, nämlich die Problematik der Zinkverflüchtigung ableitete. Diese selbstgestellte Frage führte ihn an seine Hochschule wieder zurück, wo er im Herbst 1923 promovierte. Die entwickelten Verfahrensgrundlagen nutzte er unmittelbar danach durch eine erneute Industrietätigkeit, dieses Mal beim Fried.-Krupp-Grusonwerk in Magdeburg, die durch das Kriegsende 1945 abgebrochen wurde. 1946 wurde er auf den Lehrstuhl für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie der Bergakademie Clausthal berufen. Seine Forschungs- und Entwicklungsperiode in der Industrie begann mit der Verflüchtigung von Metallen aus Rohstoffen, deren Metallgehalt zu gering ist, um ein Schmelzen im Schacht- oder Flammofen zu rechtfertigen, bei denen sich aber andererseits eine Gewinnung noch lohnt: hierunter sind zinkreiche Schlacken und Muffelrückstände sowie blei- und zinkarme Erze zu rechnen. Nach dem „Wälzverfahren“, das Johannsen erfand, werden die Metalle Zink, Blei, Zinn und Antimon verflüchtigt und als konzentriertes Oxyd im Drehrohr gewonnen. Die ersten Anlagen bei den Hüttenwerken Kayser in Lünen und bei der Deutsch-Oberschlesischen Zink AG – bei letzterer zur Aufarbeitung von alten Galmeihalden – wurden weltweit in der metallurgischen Industrie so bekannt, daß dieses Verfahren eine internationale Verbreitung und Anwendung fand, gefördert durch den damaligen hohen Zinkpreis. Nach derselben Verfahrensgrundlage entwickelte Jo-

hannsen das „Rennverfahren“ zur Gewinnung eisenreicher Luppen und das „Renn-Wälzen“ für die kombinierte Gewinnung von Eisen und Zink. 1932 wurde er Leiter der gesamten Hüttenabteilung des Krupp-Grusonwerkes. Er war deshalb am Ende des 2. Weltkrieges ein erfahrener metallurgischer Verfahrenstechniker, der sich von der Erzaufbereitung, der Mahltechnik bis zu den verschiedenen metallurgischen Verfahren weltweit qualifiziert hatte.

Durch seine Berufung an die damalige Bergakademie konnte er seinen großen Erfahrungsschatz und eine weitgesteckte Kenntnis der metallurgischen Grundlagen an seine Fachstudenten und an eine beachtliche Zahl von Schülern, die heute noch im In- und Ausland in der Hüttenindustrie oder in den entsprechenden Forschungsinstituten und -organisationen tätig sind, weitergeben. Das Zusammenwirken von theoretischen Grundlagen und verfahrenstechnischer Anwendung war das Merkmal seiner Lehrtätigkeit. Seine Forschungstätigkeit richtete sich an seinem Clausthaler Institut hauptsächlich auf die Metallurgie der Schwermetalle Blei, Kupfer und Zink, wobei dem Kupfer sein besonderes Interesse galt. Aus der Vielzahl der Arbeiten läßt sich als Gemeinsamkeit herauslesen, daß die Grundlagen der Metallgewinnungsverfahren zunächst in Laborversuchen unter exakter Vorgabe der Reaktionsbedingungen untersucht werden müssen mit dem Ziel, unsere Kenntnis zu erweitern und Möglichkeiten in der Verbesserung und Optimierung der Prozesse aufzuzeigen. Bemerkenswert ist die große Anzahl von Untersuchungen von Zustandsdiagrammen bis zu Gas- und Schmelzgleichgewichtsuntersuchungen; hinzu kommen Viskositätsmessungen sowie kinetische Untersuchungen von Verbrennungsvorgängen, die in ihren Bedingungen denen der technischen Prozesse möglichst nahekommen.

Seine besondere Aufmerksamkeit widmete er dem fachlichen Gedankenaustausch, er prägte nach dem 2. Weltkrieg die Struktur und Zielsetzungen der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, die ihm bereits 1952 die Georg-Agricola-Denk-münze verlieh in Würdigung seiner Verdienste „durch die Erfindung, konstruktive Durchbildung und hüttenmännische Entwicklung des Wälz- und Krupp-Rennverfahrens um das Hüttenwesen Deutschlands und der ganzen Welt“. Die damalige Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen der Technischen Universität Berlin verlieh im 1968 den Titel eines Dr.-Ing. Ehrenhalber.

Friedrich Johannsen hat dem Metallhüttenwesen an der Bergakademie und der heutigen Technischen Universität nachhaltige und international anerkannte Impulse gegeben. Seine berufliche Entwicklung und sein Wirken als Hochschullehrer hat die Bedeutung einer Kopplung von metallurgischen Grundlagen mit der Verfahrenstechnik so vorgeprägt, daß die Fachwelt diese Zielsetzung als moderne Entwicklung der Metallurgie realisieren muß.

Hellmut Hartmann
*** 20.8.1895 † 21.12.1986**

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 12. Februar 1988

Von **Ulrich Wannagat**

In der Wintersonnenwendnacht des Jahre 1986 vollendete sich der Lebensweg Hellmut Hartmanns, der ordentliches Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft seit 1955 war. Er starb hochbetagt und strafte alle jene landläufigen Meinungen Lügen, wonach der ständige Umgang mit Chemie lebensbedrohend oder zumindest lebensverkürzend sei. Er hatte den gewaltsamen Tod seiner beiden Söhne und nach fast 60jähriger Gemeinsamkeit den seiner Ehefrau zu beklagen, er überstand danach Herzinfarkt, Schlaganfall und geistige Verwirrung, er heiratete ein zweites Mal, die verwitwete Schwester seiner ersten Frau, schrieb seine Lebenserinnerungen „Aus Gabeljürgens Mottenkiste“ und Leserbriefe an Tages- und Fachzeitschriften, ja, er heiratete nun schon in seinen Neunzigern, nach dem Tode seiner zweiten Frau, ein drittesmal.

Es wäre freilich verfehlt, im Umkehrschluß der Chemie diese außergewöhnliche Lebenskraft gutzuschreiben. Sie leitete sich aus dem genetischen Erbe seiner Vorfahren her, die alle die Hundertjahresgrenze angestrebt, wenn auch nicht ganz erreicht hatten. Väterlicherseits waren es Handwerker: Brauer, Brenner, Stellmacher, der Großvater Schmied in der Provinz Posen, der Vater Emil Hartmann Uhrmachermeister und zugleich Königlich-sächsischer Hoflieferant in Breslau; ihm war auch die Obhut der Uhren auf Schloß Sybilleort aus dem Erbe des Herzogs Wilhelm August von Braunschweig-Öls anvertraut. In Breslau erblickte Hellmut Hartmann am 20. August 1895 das Licht der Welt; 13 Jahre später als sein einziger Bruder, der nach Promotion in Botanik Abteilungsleiter an den Obst- und Baumschulen in Geisenheim wurde, aber früh an einer Lungenerkrankung verstarb. Von der mütterlichen Seite her waren unter seinen Vorfahren eher Künstler: Kirchenmusiker, Organisten, der Großvater Hielscher Versicherungsmathematiker in Breslau.

Hellmut Hartmann wuchs in Breslau auf, mit einem angeborenen Herzfehler, der immer wieder zu Krämpfen und Atemnot führte. Er ließ ihn die Schule unter Befreiung vom Turnen nur mühsam durchlaufen; nicht einmal 50 Kilogramm wog er beim Abitur. Das legte er am Reformgymnasium zum Heiligen Geist ab, das aus einer 400 Jahre alten Klosterschule hervorgegangen war. Er hätte mit seiner Vorliebe für handwerkliche Arbeiten, Drehen, Schweißen, Basteln, gern Maschinenbau studiert, wurde aber vom Arzt der damit verbundenen Industriepraktika wegen als körperlich zu schwach befunden. Für einen künstlerischen Beruf fehlte trotz seines Interesses für klassische Musik – die Mutter lehrte ihn das Spiel von Violine, Klavier und Orgel – letzten Endes das Talent. So begann er eher zufällig das Studium der Chemie. In seinen Lebenserinne-

rungen erzählt er im Kapitel „Wie mich die Romanze von Svendsen zum Chemiker machte“ über die Begegnung im elterlichen Landhaus im Waldenburger Bergland mit einem violinespielenden Chemieassistenten und die Faszination der chemischen Umwelt, als er ihn daraufhin in dessen Laboratorium besucht.

Das Studium begann Hellmut Hartmann im Wintersemester 1916/17 an der Technischen Universität Breslau. Er war vom Kriegsdienst freigestellt, arbeitete als junger Student an einem kriegswichtigen Verfahren zur Kraftfuttergewinnung durch Aufschluß von Stroh mit Natronlauge mit, das von dem zweiten Chemienobelpreisträger Emil Fischer initiiert worden war. Reklamiert hatte ihn hierfür sein Breslauer Chemielehrer Otto Ruff.

Otto Ruff war neben Alfred Stock der bedeutendste deutsche Anorganiker im ersten Drittel dieses Jahrhunderts; er ist auch heute noch allen Chemikern bekannt als einer der Väter der Fluorchemie. Daneben erforschte er den Zustand der Stoffe bei hohen Temperaturen. Früh erkannte er die Talente Hellmut Hartmanns, machte ihn zu seinem Hilfsassistenten, späteren Assistenten und schließlich 1927 zum Oberingenieur. 1921 erhielt Hellmut Hartmann das Diplom-Ingenieur-Zeugnis mit einer Arbeit über die Stickstoffabsorption bei hohen Temperaturen durch Calcium und Calciumlegierungen zwecks Reinigung von Argon. 1923 wurde er mit Untersuchungen über die Siedepunkte der Erdalkalimetalle zum Dr.-Ing. promoviert. Die relativ späte Habilitation 1931 hatte als Forschungsgrundlage „Elektrolysen in geschmolzenen Alkaliphosphaten“ zum Inhalt.

Hellmut Hartmann blieb der einzige habilitierte Schüler Otto Ruffs. Dessen Eigenwilligkeit, autoritäres Verhalten und teilweise Grobschlächtigkeit schreckten alle anderen Kandidaten frühzeitig von der Hochschullaufbahn ab. Morgens pflegte er mit der Uhr vor der Tür des Instituts zu stehen, und wer bis 8.15 Uhr nicht in seinem Arbeitsbereich eingetroffen war, wurde spätestens 5 Minuten später telefonisch zum Rapport bestellt. Derb und hemdsärmelig muß es auch im Mitarbeiterkreis selbst zugegangen sein. Die neu entdeckten Reaktionen waren oft sensibel und sehr gefährlich; das unter Ruff entwickelte Chlortrifluorid vermag selbst Glaswolle zum Entflammen zu bringen. Das Gebäude der chirurgischen Universitätsklinik lag dem Chemischen Institut schräg gegenüber, und meldete sich nach einer Explosion einer der dort Versorgten und Verbundenen wieder zurück, so pflegte Ruff nur zu sagen: Sehen Sie, so ein Chemiker steht immer mit einem Bein im Gefängnis und mit dem anderen in Gottes Hand.

1936 wird Hellmut Hartmann zum nichtbeamteten außerordentlichen Professor ernannt, erhält kurz darauf einen Ruf an die Tung-Shi-Universität in Woosung bei Shanghai in China, um dort die anorganische Chemie aufzubauen. Aber der japanisch-chinesische Krieg bricht aus und vereitelt alle Pläne. Am 1. Oktober 1938 folgt er einem Ruf als planmäßiger außerordentlicher Professor an die Technische Hochschule Braunschweig, unter gleichzeitiger Ernennung zum Direktor des neu geschaffenen oder richtiger zu schaffenden Instituts für Anorganische Chemie. Mir erzählte Hellmut Hartmann ein wenig augenzwinkernd, der neue Lehrstuhl wäre aus einem unbesetzt gebliebenen umgewidmet worden: man hätte diesen seinerzeit einem staatenlosen Herren namens Adolf Hitler für das Fach Soziologie und Politologie angeboten, der aber hätte

eine Ministerialratsstelle beim Braunschweigischen Außenministerium (– oder so ähnlich –) in Berlin vorgezogen. Als direkter Nachfolger Hellmut Hartmanns zeigte ich nicht allzuviel Interesse, dem Wahrheitsgehalt dieser Erzählung nachzuforschen.

Das neue Institut ging aus der Teilung des alten Chemischen Instituts hervor. Des- sen bisheriger Direktor Karl Fries war bei den Nationalsozialisten in Ungnade gefallen und relegiert, zu seinem Nachfolger im Bereich der organischen Chemie Prof. Hermann Friese berufen worden. Der bei den Organikern so hoch gelobte Fries hatte chaotische Verhältnisse hinterlassen. Hellmut Hartmann zitierte hierzu gern in Verkürzung von Moses I, Vers 1 und 2: Am Anfang war alles wüst und leer. Der Chemikalienraum im Keller hatte einen gestampften Lehm Boden, war in Verschläge aus ungehobeltem Fichtenholz eingeteilt, – Holzböcke hatten es bereits weitgehend in Sägemehl umgewandelt –, die elektrischen Sicherungen schlugen bei 35 Ampere Belastung durch, die Wasserleitungsrohre waren bis auf Bleistiftstärke mit Kalk zugewachsen. Der Abteilungsleiter für anorganische Chemie, Prof. Krauss, ächzte mit 125 kg Lebendgewicht durch die Gegend, und die Assistenten wollten beim Frühstück, Trinken und Kartenspielen von den Studenten durch lästige Fragen möglichst nicht gestört werden.

Hellmut Hartmann erhielt für die ordnungsgemäße Inangansetzung des anorganisch-chemischen Instituts nach energischen Vorstellungen in Berlin die für die damalige Zeit horrende Summe von 800.000 RM. Der Personal- und Sachetat jedoch blieb klein: eine Sekretärin halbtätig, ein Laborgehilfe, drei wissenschaftliche Assistenten, etwa 6.000 RM pro Jahr an Verbrauchsmitteln, ein einziges Praktikumlaboratorium. Gute Beziehungen zur chemischen Industrie brachten etwas Hilfe. Kaum war das Institut einigermaßen in Gang gekommen, wobei für jeden Ziegelstein, für jeden Meter Draht ein gestempelter Schein beim Amt für Wirtschaftsausbau nötig war, brach der 2. Weltkrieg aus. Die Zahl der Chemiestudenten, die im ersten Kriegswinter wegen Schließung der meisten Universitäten von etwa 40 auf 110 angeschwollen war, sank 1944 auf 10–12 ab. Der große Bombenangriff auf Braunschweig vom 14. und 15. Oktober desselben Jahres ließ auch den größten Teil des inzwischen ansehnlich hergerichteten Instituts in Rauch und Flammen aufgehen. Das Wenige, was als Torso übrigblieb, wurde in der Osternacht 1945 durch einen Bombenvolltreffer in den nördlichen Innenhof vernichtet.

Lange währte der Wiederaufbau, nachdem die Technische Hochschule am 1. Oktober 1945 wieder eröffnet wurde. Wer damals als Student einen Arbeitsplatz erhalten wollte, mußte 200 Stunden Wiederaufbauarbeit mit Hacke und Schaufel ableisten. Wasser wurde mit Kreuzhacke und Eimer aus der zugefrorenen Oker geholt, es wurde mit Trümmerholz geheizt, auf Methylalkoholflämmchen praktiziert. Gemeinsamer, zäher Wille von Dozenten und Studenten überwand nach und nach die unseligen Anfänge. Als Hellmut Hartmann 1965 emeritiert wurde, hinterließ er ein ansehnliches und wohl- ausgestattetes Institut, das in den Grundeinrichtungen und Forschungsapparaturen vielseitigen Ansprüchen gerecht wurde; allein das wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Personal war auf das Drei- bis Vierfache angestiegen [1]. Er selbst hatte 1952 die Ernennung zum persönlichen Ordinarius, 1953 zum ordentlichen Professor entgegennehmen können. Intensiv war sein Einsatz in der akademischen Selbstverwaltung:

sechs Jahre lang als Leiter der naturwissenschaftlichen Abteilung, zwei als Dekan der naturwissenschaftlich-philosophischen Fakultät, über den großen Zeitraum von 15 Jahren als Vorsitzender des Wissenschaftlichen Prüfungsamtes für das Lehramt an Höheren Schulen, und er war weiterhin fast 10 Jahre als Mitglied des Arbeitskreises zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Lande Niedersachsen tätig. In der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft leitete er von 1962 bis 1964 die Klasse für Naturwissenschaften.

Bei diesen vielfältigen Verpflichtungen für Lehre und Selbstverwaltung, vor allem für den mühseligen, immer wieder zurückgeworfenen Aufbau eines Instituts über fast zwei Jahrzehnte hinweg mußte die Forschung zwangsläufig zu kurz kommen. 81 Originalveröffentlichungen, 4 Beiträge in Hand- und Lehrbüchern künden von seinem wissenschaftlichen Schaffen [2]. Zu erwähnen wäre aus den Anfängen die Entdeckung der Erdalkalipernitride, aus dem Mittelpunkt seines Schaffens nach dem Wiederaufbau des Instituts die Synthese von metall- und elementorganischen Verbindungen der Elemente Bor, Silicium, Germanium, Zinn, Blei, Phosphor, Arsen, Antimon, Wismut und Quecksilber mit Acetylen und Acetylderivaten. Diese letzteren schienen anfangs als Raketentreibstoffe geeignet und führten zu einer ausgedehnten Vortragsreise durch Universitäten und chemische Werke der USA. Hellmut Hartmann blieb aber vorwiegend Pragmatiker, mit dem Gespür für das Machbare, das Umsetzbare in Technik und alltäglichem Leben; er war für eine Technische Hochschule der ideale Anorganiker. Solche Arbeiten spannten sich von der Aufarbeitung von Metallschlacken zu einem Füllstoff für Gummisohlen, die keine schwarzen Striche auf dem Fußboden hinterließen, über die Reinigung von Trink- und Abwässern bis hin zu einem leicht streufähigen, nicht zusammenbackenden Kochsalz.

75 seiner wissenschaftlichen Mitarbeiter hat Hellmut Hartmann zur Promotion geführt, – für Chemiker überraschenderweise – etwa die gleiche Anzahl nur bis zum Diplomexamen. Viele von ihnen nahmen später leitende Stellen in der Industrie ein. Habilitiert aber hat sich niemand. Seine Schüler blieben ihm zeitlebens eng verbunden, fanden sich zu jedem runden Geburtstag in großer Zahl ein, um ihren Lehrer zu ehren. Mit einem kleineren Kreis traf er sich bis zu seinem Tode jährlich für ein Wochenende auf Schloß Kranichstein im Odenwald. Es ging in diesen Kreisen kameradschaftlich-burschikos zu, man kegelte und zechte, alles entsprach eher Verhältnissen zwischen Meister und Lehrlingen denn zwischen akademischem Lehrer und Studenten. Hellmut Hartmann war trotz gelegentlicher pessimistischer Äußerungen eine Frohnatur: aufgeschlossen, leutselig, nicht ohne Ecken und Kanten, aber stets ehrlich, gerade hinaus und dabei versöhnlich. All diese Eigenschaften bewogen seine Kollegen, ihn über viele Jahre hinweg in die Schlichtungskommission der Hochschule zu wählen. Er liebte es, zu plaudern, zu klönen, Geschichten zu erzählen und auszuschmücken, kauzig, sarkastisch; selber zugehört hat er nicht so gern.

Nun ist Hellmut Hartmann tot. Seine Schule, die Schule Otto Ruffs wird nicht mehr weitergeführt. Die Lebenslinie seiner eigenen Nachfahren ist schon erloschen. In 20, 30 Jahren wird niemand mehr das Gedächtnis an Hellmut Hartmann wachhalten. Dann

wird man sich von ihm nur noch ein Bild machen können, wie ich es mit diesen dünnen und unbeholfenen Strichen aufgezeichnet habe.

Anmerkungen

- [1] Hellmut Hartmann: „Zur Geschichte der Anorganischen Chemie an der Technischen Universität Braunschweig“ in Mitt. der Techn. Univ. Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 8 (IV) 1973; 9 (I) 1974.
Hellmut Hartmann: „Das Anorganisch-chemische Institut der Technischen Hochschule Braunschweig (vom 19.3.1947)“ in Beiträge zur Geschichte der Carolo-Wilhelmina 4, 41–43 (1976).
- [2] Vgl. Hans-Heinrich Falius und Ulrich Wannagat: „Das wissenschaftliche Werk Hellmut Hartmanns“ in Abhandl. Braunschweig. Wiss. Gesellsch. (1988).

Heinrich Rohdenburg
*** 27.1.1937 † 27.2.1987**

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 12. Februar 1988

Von **Walter Kertz**

„Ich habe heute viel gelernt“ waren die letzten Worte Herrn Rohdenburgs. Mit ihnen wollte er am Abend seines 50. Geburtstages eine Dankrede beginnen, nachdem Schüler und Kollegen ein wissenschaftliches Kolloquium zu seinen Ehren veranstaltet hatten. Die Rede konnte er nicht mehr halten; denn nach diesen Worten brach er zusammen, wurde zur Intensivstation ins Krankenhaus gebracht und erlangte das Bewußtsein nicht wieder, bis er am 27. Februar 1987 starb.

Heinrich Rohdenburg wurde am 27. Januar 1937 in Stade geboren. Nach dem Abitur am Athenaeum in Stade studierte er Chemie, Botanik, Zoologie, Geographie, Bodenkunde und Geologie in Hamburg, Würzburg, Innsbruck und Göttingen. Dort promovierte er 1964 in Geographie mit einer Arbeit über „Die Muschelkalk-Schichtstufe am Ostrand des Sollings und Bramwaldes – eine morphogenetische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der jungquartären Hangformung“. Es war bereits seine 6. wissenschaftliche Veröffentlichung.

Nach der Promotion wurde Herr Rohdenburg wissenschaftlicher Mitarbeiter am agrikulturchemischen und bodenkundlichen Institut der Universität Göttingen. 1965 ging er ans geographische Institut nach Gießen. In Gießen begann er die lange Folge seiner Forschungsreisen nach Nigeria, Kamerun, Niger, Dahomey, Togo, Ghana, Spanien, Marokko, Tunesien, Algerien, nach Belgien, Polen, Ungarn, in die CSSR, nach Alaska und Südamerika. Forschungsreisen im Geist Alexander von Humboldts: Reisen, sehen, messen und beschreiben. Das Sehen war Herrn Rohdenburgs Stärke. Sein gutes Gedächtnis ermöglichte es ihm, Beobachtungen aus weit entfernten Ländern nebeneinander zu stellen und zu vergleichen. Diese Vergleiche und die Ergebnisse von Feldmessungen mit den modernsten und empfindlichsten Geräten bildeten die Basis seiner bodenkundlich-geomorphologischen Analysen. Auf seinen Reisen begleiteten ihn häufig seine engsten Mitarbeiter, fast immer seine Frau und später die heranwachsenden Kinder.

Die Arbeit am Afrikakartenwerk der Deutschen Forschungsgemeinschaft lieferte das Material zu seiner Habilitationsarbeit 1968 in Gießen. Zwei Jahre später wurde er Professor und Leiter der Abteilung „Geographie der Tropen“ im Geographischen Institut der Universität Gießen. 1971 erschien sein Buch „Einführung in die klimagenetische Geomorphologie anhand eines Systems von Modellvorstellungen am Beispiel des fluvialen Abtragungsreliefs“. 1973 kam das erste Heft der Zeitschrift Catena heraus, mit Herrn Rohdenburg als Chief Editor, von Frau Rohdenburg verlegerisch betreut, eine Zeitschrift, die vor allem im englisch sprechenden Raum weite Verbreitung fand

und findet. In den letzten Gießener Jahren begann Herr Rohdenburg sein erstes ökologisches Forschungsvorhaben über die Bewertung von Waldstandorten. Dieses Arbeitsgebiet sollte er in Braunschweig richtig entfalten.

1976 erhielt Herr Rohdenburg einen Ruf auf den neugeschaffenen Lehrstuhl für physische Geographie an unserer Technischen Universität Carolo-Wilhelmina. In kurzer Zeit richtete er im Geographischen Institut eine leistungsfähige Abteilung ein mit gut ausgestatteten Laboratorien für Bodenchemie, Bodenphysik und Bodenerosion. In beharrlicher Überzeugungsarbeit gelang es ihm, Kollegen aus anderen Instituten unserer Universität, aus der Forschungsanstalt für Landwirtschaft und von der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes zur interdisziplinären Zusammenarbeit an einem gemeinsamen Forschungsprojekt zu gewinnen. So entstand 1980 die Forschergruppe „Wasser und Stoffhaushalt landwirtschaftlich genutzter Gebiete“ und 1986 der Sonderforschungsbereich „Wasser und Stoffdynamik in Agrar- und Ökosystemen“, zu dem noch weitere Arbeitsgruppen von der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig und aus Universität und Niedersächsischem Landesamt für Bodenforschung in Hannover hinzukamen. Sprecher des Sonderforschungsbereiches wurde Herr Rohdenburg, der Anreger, der immer wieder neue Ideen einbrachte, der nicht ruhte, bis er alle Detailprobleme verstanden hatte und der unermüdliche Koordinator, immer bereit selbst Hand anzulegen, wenn es ntotat. Es gab für ihn keine Ferien, keine Freizeit. Sein ganzes Leben gehörte der Forschung.

Forschung, wenn sie erfolgreich sein soll, schreitet vom Einfachen zum Komplizierten. Die Prozesse, die im Sonderforschungsbereich erforscht wurden, Flüsse von Wasser, Wärme, Nährstoffen im Grenzbereich Boden-Pflanze-Atmosphäre hatten bereits einen hohen Kompliziertheitsgrad erreicht, spielen dabei doch neben den physikalischen und chemischen, für die wir wenigstens die Differentialgleichungen kennen, biologische Prozesse eine wesentliche Rolle. „Ich habe heute viel gelernt“ wird Herr Rohdenburg an manchem späten Abend gedacht haben, wenn die Natur ihn zwang, die Arbeit aus der Hand zu legen. Am nächsten Morgen stieg er gleich wieder voll ins Geschirr.

Forschung war für ihn notwendig. Er sah die Gefahren, wie die physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse auf der Erde vom Menschen geändert werden, absichtsvoll in gewünschter Weise, häufig aber achtlos oder ahnungslos bezüglich der Folgen. Die Erforschung dieser Prozesse kann, wenn Konsequenzen aus ihren Ergebnissen gezogen werden, Not wenden. Herr Rohdenburg wünschte, daß die neue Betrachtungsweise, die er in Braunschweig gewonnen hatte, auch im Namen seines Faches zum Ausdruck käme. Er sprach deshalb in den letzten Jahren lieber von Geoökologie als von Geographie.

Am 9. Dezember 1983 wurde Herr Rohdenburg von unserer Gesellschaft zum Mitglied gewählt. Seinen Studenten war er ein anspruchsvoller, doch immer gütiger Lehrer. Er wies ihnen lohnende – weil Notwendige – Forschungsziele, schuf zugleich aber auch günstige Arbeitsbedingungen, um diese Ziele zu erreichen. Die Technische Universität Carolo-Wilhelmina wird große Mühe aufwenden müssen, um einen Ersatz für ihn zu finden.

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft braucht nicht nach Ersatz zu suchen. Wir dürfen Herrn Rohdenburg in Erinnerung behalten als den unermüdlichen Forscher, den wortkargen und doch anregenden Diskussionspartner und den lebenswürdigen Kollegen, dessen Forschungsergebnisse zum Ansehen unserer Gesellschaft beitrugen in Deutschland und in aller Welt.

Georg Niemeier
*** 25.10.1903 † 22.3.1984**

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 11. März 1988

Von **Karl Heinrich Olsen**

Am 22. März 1984 verstarb in Bad Nauheim im Alter von 83 Jahren der ordentliche Professor

Dr. phil. habil. Georg Niemeier,

ordentliches Mitglied der BWG von 1959 bis 1966 und von da ab bis zu seinem Tode korrespondierendes Mitglied unserer Gesellschaft in der Klasse für Geisteswissenschaften.

Georg Niemeier wurde am 25.10.1903 in Soest (Westf.) geboren. Nach dem dortigen Besuch des humanistischen Gymnasiums und dem Abitur im Jahre 1923 studierte er von 1923 bis 1927 Geographie an den Universitäten Würzburg, Berlin und Münster. 1928 wurde er an der letztgenannten zum Dr. phil. promoviert, und 1931 habilitierte er sich ebenfalls dort.

1931–1939 war er als Privatdozent und apl. Professor an der Universität Münster tätig und lehrte noch in diesem Jahr als a.o. Professor an der Deutschen Herder-Hochschule in Riga (Lettland). Nach der Vertretung des geographischen Lehrstuhls an der Universität Göttingen wurde er 1941 als o. Professor an die Universität Straßburg berufen, deren Lehrstuhl für Geographie er bis Kriegsende 1945 innehatte.

Während der Nachkriegsjahre betrieb seine Frau Lotte, geb. Loos ein Kinderheim auf der Insel Norderney, wobei Niemeier sie nach Kräften unterstützte, daneben aber nutzte er die Möglichkeit zu landeskundlichen Untersuchungen im nordwestdeutschen Raum.

Nach kurzzeitiger Vertretung des geographischen Lehrstuhls an der Technischen Hochschule Braunschweig wurde er 1956 als ordentlicher Professor auf eben diesen Lehrstuhl berufen, den er bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand erfolgreich versehen hat. Daß er schon mit 63 Jahren seine Tätigkeit als Hochschullehrer und Forscher aufgeben mußte, war gesundheitlich bedingt. Ein auch durch operative Eingriffe nicht zu behandelndes Augenleiden führte schließlich zu seiner fast völligen Erblindung, ein für einen Menschen und Wissenschaftler seiner Art besonders schweres Schicksal, das er mit Geduld und Würde ertragen hat.

Von seinen 95 wissenschaftlichen Veröffentlichungen sind mehr als 30 geographischen Fragen Nordwestdeutschlands gewidmet. Weitere Schwerpunkte befassen sich mit Spanien und dem Maghreb, während seine übrigen Auslandsarbeiten, so aus Ostafrika und den USA hinter den erstgenannten deutlich zurückstehen.

Seine wichtigsten Arbeiten weisen Niemeier als einen vorwiegend kulturlandschaftlich- und siedlungsgeographisch engagierten Forscher aus, obwohl er im Rahmen sei-

ner Lehrstühle natürlich auch physiogeographische Bereiche der verschiedensten Art zu behandeln hatte. Sein besonderes Interesse galt dem Wandel der Kulturlandschaft, wobei die landwirtschaftliche Betriebsweise vergangener Epochen, Wüstungen, die Gemeinheitsteilung und Separation eine besondere Rolle spielten. Im Zusammenhang mit der mittelalterlichen bäuerlichen Landwirtschaft hat er sich auch besonders mit den Plaggenböden befaßt (Bodenverbesserung durch Verwendung abgestochener Oberflächenvegetation), zu deren Altersbestimmung er bereits die Radiocarbon-, die C-¹⁴-Methode einsetzte, sowie mit der Eschkerntheorie und mit Ursachen und Verlauf von Wüstungen.

Georg Niemeier war schon seiner äußeren Erscheinung nach ein echter Westfale und als Sohn dieses zum Teil noch bäuerlichen Kernlandes mit jenem eng verwurzelt. Aus dieser Bindung erklären sich wohl auch seine agrargeographischen Interessen und Arbeiten. Er war ein echter Feldforscher, der von seinen Studenten das Erwandern der Probleme verlangte, ohne Rücksicht auf natürliche oder künstliche Hindernisse. Und den Boden in seinen unterschiedlichen Zusammensetzungen sollten seine Schüler schmecken lernen und überhaupt tiefer in das ländlich bäuerliche Geschehen eintauchen. Dieses Forschen im Detail verlangte er aber auch im Rahmen sozialgeographischer städtischer Querschnitte. Er hat eine erhebliche Zahl von Schülern mit den von ihm vermittelten Kenntnissen in deren Berufsleben entlassen, in dem die meisten einen sicheren Platz gefunden haben. Sie alle werden ihrem Mentor Niemeier ein ehrendes, ein fast familiäres Gedenken bewahren.

Wissenschaftlich reiht sich Niemeier in landeskundlich kulturlandschaftliche Bereiche ein, die ihm fleißige, exakte und zuverlässige Untersuchungen, vor allem hinsichtlich oft wenig beachteter Fakten verdanken, wie solche im Interesse ausreichender Transparenz unverzichtbar sind.

Georg Niemeier war ein Mensch unkomplizierten Charakters, seinen Studierenden ein fördernder Lehrer, seinen Assistenten ein hilfreicher Vorgesetzter, seinen Kollegen war er über die Fakultäts- und Institutsgrenzen hinweg kameradschaftlich verbunden. Für die Abwicklung administrativer Aufgaben stand er im Bedarfsfall immer bereit, so verwaltete er das Amt des Dekans mit Festigkeit und Energie in schwieriger Zeit.

Allseits beliebt und geachtet hat er manche Ehrung empfangen dürfen, eine davon war die Berufung zum ordentlichen Mitglied der BWG, die er besonders hoch eingeschätzt hat, was in seiner regen Anteilnahme an der Entwicklung der Gesellschaft zum Ausdruck kam, und deren Mitglieder ihm mit diesem Nachruf ein ehrendes Gedenken bereiten.

Bruno Brehler

* 25.12.1922 † 11.8.1988

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 14. Oktober 1988

Von **Georg Müller**

Mors certus, hora incerta

An einem lichten und sommerlich warmen Spätnachmittag, beim Spaziergang entlang der Teiche nahe Festenburg, die Harzer Bergleute vor Jahrhunderten für die bergmännische Wasserwirtschaft angelegt haben, verließen ihn an der Seite seiner Frau die Kräfte. Er legte sich in das Gras am Waldrande und verstarb leise.

Dieses harmonische Ende des Lebens unseres verehrten Herrn Kollegen Brehler entspricht durchaus der Lebensart, die ihn ausgezeichnete und die wir an ihm schätzten. Herr Brehler war ein Mann, der stets den Ausgleich widerstrebender Interessen betrieb, ein Mann, dem das stille Wirken für das Gute angemessen war, der Härten und Ungerechtigkeiten zu vermeiden suchte.

Gemeinsam mit seiner Frau, mit der er 37 Jahre lang in glücklicher Ehe lebte, bot er ihren drei verheirateten Kindern, deren Ehepartnern und vier Enkelkindern ein Elternhaus, unter dessen Dach sich die Familienmitglieder gern und häufig von nah und fern fröhlich und gesellig zusammenfanden. Viele Freunde wurden bei Geburtstagen und Jubiläen in dieses glücklich zu nennende Familienleben großzügig mit einbezogen.

Für Vortragsgäste, Teilnehmer von Kolloquien und Tagungen öffnete Herr Brehler stets mit liebenswürdiger Gastfreundschaft sein Haus, und so verbrachten bei der diesjährigen Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft die Damen der Mitglieder der Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik den Nachmittag im Hause Brehler.

Herr Brehler gehörte zu jener Generation unseres Volkes, die von der Schulbank weg in den Krieg getrieben wurde. Vom Herbst des Jahres 1941 bis November 1944 kämpfte er als Infanterist an der Ostfront, wurde dreimal, nach Verwundungen wieder genesen, erneut an die Front geschickt und erhielt, ein viertes Mal schwer verwundet, einen Marschbefehl zu einer Genesungskompanie in Göttingen, wo er seine naturwissenschaftlichen Studien an der Universität beginnen konnte.

Im März 1945 wurde Herr Brehler erneut in Marsch gesetzt und geriet nach wenigen Tagen in amerikanische Gefangenschaft, die ihn in das berüchtigte Kriegsgefangenenlager Kreuznach führte, wo Hunger und Repressalien herrschten. Glücklicherweise wurde er aufgrund seiner miserablen körperlichen Verfassung bereits im Sommer 1945 aus der Gefangenschaft entlassen.

Herr Brehler ging nach Göttingen, wo die Universität bereits im September 1945 wieder eröffnet wurde. Da er keine Chance sah, einen Studienplatz für das Fach Chemie zu erhalten, begann er das Studium der Mineralogie. Dieser Schritt sollte sich als außerordentlich glücklich erweisen, da er als renommierten Lehrer Carl Wilhelm Correns, den damaligen mehrfach wiedergewählten Präsidenten der Göttinger Akademie der Wissenschaften, gewann. Herr Brehler wurde 1950 mit der Dissertation: „Über das Verhalten gepreßter Kristalle in ihrer Lösung“ in Göttingen promoviert und arbeitete anschließend als wissenschaftlicher Assistent bei H.G.F. Winkler erst in Göttingen und dann in Marburg, wo er sich im Dezember 1959 mit der Arbeit: „Kristallstrukturelle Untersuchungen an Modifikationen des Zn Cl_2 “ für das Fach Mineralogie habilitierte.

Nach kurzer Oberassistentenzeit wurde Herr Brehler bereits im Sommer 1960 zum Universitätsdozenten an der Universität Marburg ernannt und erhielt 1964 den Ruf auf den neugeschaffenen ordentlichen Lehrstuhl für Mineralogie und Kristallographie an der Technischen Hochschule Clausthal und wurde zum Direktor des Mineralogisch-Kristallographischen Instituts bestellt, welches im Jahre 1965 neu geschaffen wurde.

Die folgenden Jahre im Leben Herrn Brehlers waren durch den Aufbau dieses Instituts aus dem Nichts beherrscht.

Neben den eigenen Lehrveranstaltungen mußten ein halbes Dutzend von Mitarbeitern in die vielfältigen Funktionweisen des neuen Instituts eingewiesen und der für den Lehr- und Forschungsbetrieb notwendige Apparatebestand sowie die Lehrmittel beschafft beziehungsweise institutsintern angefertigt werden. Diese Aufbauphase macht sich im Schriftenverzeichnis von Herrn Brehler mit einer zeitlichen Verzögerung von einigen Jahren sehr deutlich durch eine große Lücke bemerkbar.

Mehr als zwanzig Publikationen des Zeitraums von 1954 bis 1974 sind kristallstrukturellen Untersuchungen von Verbindungen des Zinks und der kleineren Alkalimetalle mit den Halogeniden gewidmet. Daneben weist das Schriftenverzeichnis Arbeiten zu den Relationen zwischen Massenschwächungskoeffizienten kristalliner Substanzen bei der Röntgenphasenanalyse und den Meßfehlern beim Gebrauch verschiedener Detektorsysteme und zur Infrarot-Spektralanalyse wässriger Lösungen von Metallchloriden auf.

Ab 1974 wandte sich Herr Brehler der Erforschung von Flotationseigenschaften verschiedener mineralischer Rohstoffe in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und von der Größe der aktiven Oberflächen zu. Ferner verfaßte er die Artikel für das Zink, Cadmium, Chlor, Brom und Jod für das von einer internationalen Autorengruppe erarbeitete Handbook of Geochemistry, welches in den siebziger Jahren von Springer verlegt wurde und ein Standardwerk der Geowissenschaften darstellt.

Seit 1975 war Herr Brehler Herausgeber des Zentralblattes für Mineralogie, welches seit mehr als hundert Jahren bei Schweizerbart erscheint.

Ein weiteres Arbeitsgebiet von Herrn Brehler war die Tonmineralogie, während sich die letzten sieben Publikationen seit 1982 auf Texturuntersuchungen von natürlichen Steinsalzproben mithilfe der Neutronenstrahlung und der Röntgendiffraktometrie bezogen.

In der akademischen Selbstverwaltung hat sich Herr Brehler stets engagiert und war ständig Mitglied oder Vorsitzender von Ausschüssen oder Kommissionen. Das gilt für alle Ebenen der verschiedenen Gremien und für die lästigen Kapazitäts- und Zulassungsfragen. Von 1972 bis 1976 war er Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät und von 1975 bis 1977 Vorsitzender des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultätentages der Bundesrepublik Deutschland. Von 1979 bis 1986 leitete Herr Brehler die Fachkommission 20 „Geowissenschaften“ für die Studienreform im Lande Niedersachsen und brachte diese umfangreiche Arbeit für die verschiedenen Studiengänge erfolgreich zum Abschluß.

Seit 1982 war Herr Brehler Vertrauensmann der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Technischen Universität Clausthal.

Den Vorsitz der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft hatte er von 1978 bis 1980 inne und gehörte seit dieser Zeit dem Vorstand dieser Gesellschaft als Vorsitzender der Kommission für Hochschulfragen an.

Es war für Herrn Brehler die glückliche Erfüllung eines lange gehegten Wunsches, die Deutschen Mineralogische Gesellschaft zu ihrer Jahrestagung einmal in Clausthal-Zellerfeld zu haben. Als Tagungsleiter organisierte er gemeinsam mit seinen Kollegen und allen Mitarbeitern die vorjährige Jahrestagung der DMG an der TU Clausthal, und viele der rund 450 Teilnehmer sprachen ihm ihre Anerkennung für den guten Verlauf der sechstägigen Veranstaltung aus.

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, deren ordentliches Mitglied in der Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik Herr Brehler seit 1974 war, verliert in ihm viel zu früh einen noblen Menschen, einen stets freundlichen und hilfsbereiten Kollegen und einen auch über die engen Fachgrenzen hinaus bekannten und angesehenen Wissenschaftler.

Karl Bammert

* 13.12.1908 † 17.7.1988

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 11. November 1988

Von **Heinz Rögner**

Am 17. Juli dieses Jahres verstarb im Alter von 79 Jahren Professor Dr.-Ing., Dr. h.c. Karl Bammert, ehemaliger Direktor des Instituts für Strömungsmaschinen der Universität Hannover.

Der Sohn aus alteingesessener schwäbischer Handwerkerfamilie besuchte die Oberschule zunächst bis zur mittleren Reife, schloß eine Handwerkerlehre an, kehrte an die Schule zurück, erwarb das Reifezeugnis und nahm sodann das Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule Karlsruhe auf, das er mit dem Diplom-Examen abschloß. Die Hochschule verlieh ihm für seine herausragenden Studienleistungen die Ferdinand-Redtenbacher-Plakette, übertrug ihm eine Assistentenstelle und beauftragte ihn bei Kriegsbeginn mit der Vertretung des Inhabers des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen.

Wenig später wurde Karl Bammert an die Luftfahrtforschungsanstalt Braunschweig verpflichtet, der er während des ganzen Krieges zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, weiterhin als Leiter der Abteilung „Gasturbinen – Strahltriebwerke“ angehörte. 1943 wurde er an der TH Karlsruhe zum Doktor-Ingenieur promoviert.

Nach Kriegsende konnte er in der jetzt unter britischer Leitung stehenden Luftfahrtforschung an der Triebwerksentwicklung noch eine Zeitlang weiterarbeiten und wurde dann für ein Jahr zur Dienstleistung nach England verpflichtet.

Nach Deutschland zurückgekehrt, trat er in die Dienste der Gutehoffnungshütte in Oberhausen. Hier umfaßte sein Arbeitsgebiet die Entwicklung und Konstruktion von Turbomaschinen, insbesondere von Verdichtern für Berg- und Hüttenwerke, für die Gasindustrie und die chemische Industrie, aber auch die Entwicklung von Gasturbinen. Jetzt handelte es sich jedoch weniger um die „offenen Gasturbinen“, die in den Strahltriebwerken Verwendung gefunden hatten und die nur mit flüssigen (oder auch gasförmigen) Brennstoffen betrieben werden konnten, sondern um die „geschlossenen Gasturbinen“, in denen ein Arbeitsgas umgewälzt wird und beliebige Brennstoffe, insbesondere die damals praktisch allein zur Verfügung stehende Kohle eingesetzt werden konnten.

Eine Reihe derartiger Anlagen wurde in den folgenden Jahren erstellt und hat sich in zwanzig- bis fünfundzwanzigjähriger Laufzeit bewährt. Bevorzugter Brennstoff war Kohle, Arbeitsfluid war Luft.

Weltweites Aufsehen erregte später eine mit Helium betriebene Gasturbine, die als Muster eines für den Einsatz in Hochtemperatur-Kernkraftwerken und Solarkraftanlagen besonders gut geeigneten Maschinentyps gilt.

Karl Bammert hatte während seiner Oberhausener Zeit in zahlreichen Publikationen das Thema Turbomaschinen behandelt sowie insbesondere die unter seiner Leitung entwickelten Anlagen vorgestellt, sich damit in der Fachwelt einen Namen gemacht und wurde 1955 auf den Lehrstuhl für Strömungsmaschinen der damaligen Technischen Hochschule Hannover berufen und zum Direktor des zugehörigen Instituts ernannt. Hier sah sich der neu berufene ordentliche Professor in eine schwierige Situation versetzt: Strömungsmaschinen lassen sich nicht allein aus den Grundgesetzen der Hydro- und Aerodynamik heraus entwickeln und konstruieren, sondern nur mit Hilfe weiterer, vorwiegend experimentell zu gewinnender Informationen. Aber in Hannover war für Versuche an Maschinen weder ein entsprechendes Institutsgebäude noch eine apparative Ausrüstung vorhanden. Die Berufungsvereinbarung mit dem Kultusminister besagte, daß Landesmittel für einen Institutsneubau zu einem späteren Zeitpunkt bereitgestellt würden, daß aber Dr. Bammert seinerseits um die apparative Ausrüstung des Instituts ohne Inanspruchnahme besonderer Landesmittel besorgt sein würde.

So konnten zunächst nur theoretische wissenschaftliche Arbeiten in Angriff genommen werden. Erst 1962 war nach vierjähriger Bauzeit das Gebäude erstellt – weitgehend entsprechend den Vorstellungen des Institutsdirektors – und anschließend im Verlauf weiterer Jahre mit den Versuchsständen, Meßanlagen und Werkstätten eingerichtet. Die Mittel für die apparative Ausstattung wurden dabei von dem in der Hannoverischen Presse manchmal als „Manager Professor“ bezeichneten Institutschef mit Hilfe von Forschungsaufträgen aus der Industrie beschafft.

Aus seiner Industrietätigkeit brachte Karl Bammert eine Fülle von Problemen mit, die einer wissenschaftlichen Bearbeitung harften, und laufend wurden neue an das Institut herangetragen, meistens in der Form von Forschungsaufträgen aus der Industrie direkt oder über ihre Verbände und Forschungsvereinigungen. Zu den wichtigsten Themen gehörten:

- Dreidimensionale Strömung in Verdichtern und Turbinen,
- fossil, nuklear und solar beheizte Gasturbinen,
- Verdichter- und Turbinenbeschaukelungen,
- Gasturbinen für die Arbeitsmittel Luft, Stickstoff, Helium, Kohlendioxid, Gas-mischungen,
- Heliumturbinen zu 1000 MW_{el},
- fossil gefeuerte Erhitzer,
- Radialverdichter im stationären und instationären Betrieb,
- stationäres und dynamisches Verhalten von Gasturbinen,
- Rückströmung in Turbinen,
- Beschaukelung von Axialverdichtern,
- Solarkraftwerke.

1967 erfuhr die Forschungsarbeit des Instituts außergewöhnlich starke neue Impulse durch die Einrichtung eines Sonderforschungsbereichs. In diesem Jahr hatte nämlich der Wissenschaftsrat die Einrichtung von Forschungsbereichen angeregt, in denen sich

jeweils an *einem* Ort tätige Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen zu gemeinsamer Forschung zusammenfinden sollten. Karl Bammert griff diese Anregung sofort auf, erarbeitete ein Forschungsprogramm, das den vollen Energiewandlungsprozeß umfaßte, in dessen Mittelpunkt die Strömungsmaschine stand, gewann die Zustimmung der Fakultät für Maschinenwesen, des Wissenschaftsrats und der Deutschen Forschungsgemeinschaft; und noch in demselben Jahr wurde der Sonderforschungsbereich (SFB) 61 mit dem Titel „Strömungsprobleme in der Energieumwandlung“ eingerichtet. Ihm gehörten Wissenschaftler aus den Instituten für Strömungsmaschinen, Mechanik, Thermodynamik, Kerntechnik, Verfahrenstechnik und Wärmetechnik an. Das ganze Forschungsvorhaben war in fünf Projektbereiche mit insgesamt 35 Teilprojekten gegliedert.

Sprecher und auch Promotor des SFB 61 war Prof. Bammert: Rasch hatte er sich einen gründlichen Einblick in alle Projektbereiche verschafft, verfolgte sorgfältig die Fortschritte im gesamten Forschungsbereich, leitete die regelmäßig veranstalteten Seminare, in denen der Reihe nach über alle Teilprojekte berichtet wurde, vermochte immer wieder die Begeisterung der Beteiligten für das Vorhaben anzufachen; und er besorgte auch – unterstützt durch einen Geschäftsführer – die finanzielle Abwicklung des Ganzen. Das Maß auch dieser Arbeit mag sich daraus ergeben, daß dem Sonderforschungsbereich insgesamt Mittel in Höhe von 24 Millionen Deutsche Mark zugeflossen sind.

Die wissenschaftlichen Leistungen des Sonderforschungsbereichs fanden in der Fachwelt hohe Anerkennung.

1982 endete die Laufzeit des SFB 61. Zu diesem Zeitpunkt konnte Karl Bammert auf ein mehr als vierzigjähriges, überaus erfolgreiches Wirken als Konstrukteur, Forscher und Hochschullehrer zurückblicken. Er hatte ein Institut aufgebaut, das auf dem Gebiet der Strömungsmaschinen weltweit zu den besten zählte. Die Ergebnisse seiner in der Industrie und an der Hochschule geleisteten Arbeit sind in weit über 300 wissenschaftlichen Veröffentlichungen niedergelegt. Er hat eine hochangesehene Schule begründet: 50 promovierte und 10 habilitierte Ingenieure sind daraus hervorgegangen, 8 von ihnen wurden an Universitäten und Technische Hochschulen berufen, viele sind inzwischen in der Industrie oder in staatlichen Institutionen in höhere und hohe Ränge aufgestiegen.

Karl Bammert erwarb sich in der Fachwelt hohes Ansehen:

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft wählte ihn zum ordentlichen Mitglied,

die American Society of mechanical engineers ernannte ihn zu ihrem Ehrenmitglied,

die Technische Hochschule Graz verlieh ihm die Ehrendoktor-Würde.

Karl Bammert lenkte den Sonderforschungsbereich noch vier Jahre über den Zeitpunkt seiner Emeritierung hinaus, und er fuhr fort, sich mit Problemen der Energiewandlung zu befassen. Seine letzten Arbeiten galten der Entwicklung von Solarener-

gieanlagen im Weltraum. Er trug weiter auf Tagungen vor und schrieb wissenschaftliche Artikel, bis ihm der Tod die Feder aus der Hand nahm.

Wir gedenken in Ehrerbietung eines bedeutenden Maschinenbauers, Forschers und Hochschullehrers, der in der völligen Hingabe an seine Arbeit die Erfüllung seines Lebens fand.

Leopold Müller

* 9.1.1908 † 1.8.1988

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 11. November 1988

Von **Heinz Duddeck**

Am 6. Mai 1983 verlieh unsere Wissenschaftliche Gesellschaft Herrn Professor Dr. techn. Dr. mont.h.c. Leopold Müller aus Salzburg die Carl-Friedrich-Gauß-Medaille in Anerkennung seiner außerordentlichen Verdienste auf dem Gebiet der Geomechanik, insbesondere der Felsbaumechanik. Wer den damals 75jährigen in Braunschweig erlebte, war fasziniert von diesem Begründer der Geomechanik, der nicht nur ein großes wissenschaftliches Werk hinterläßt, der nicht nur in aller Welt an Kraftwerksbauten, Tunneln, Felshohlräumen in Entwurf und Beratung beteiligt war, sondern der sich auch so engagiert – Paracelsus und Goethe zitierend – für den ganzheitlichen synthetischen Weg zur Erkenntnis einsetzte.

In Salzburg ist er 1908 geboren. Mitschüler von Karajan war er und ein begeisterter Konzertpauker (nicht nur, weil der Vater Dirigent war). Ein künstlerisch Begabter studierte also in Wien Bauingenieurwesen und promovierte dort 1933 „Mit Auszeichnung“ über statistische Kluftmessungen in der Geologie. Die Musik ist in seine Sprache eingegangen, wenn er in jungen Jahren, als er die Reaktion des Gebirges auf den Bau der Großglockner-Hochalpenstraße erlebt, in Veröffentlichungen schreibt:

„Höchst persönlich und innerlich beteiligt, dramatisch fast erlebt der bauende Ingenieur die Probleme der Tiefe. Kräfte, welche über alles Maß und Vorstellung gehen, muß er Halt und Widerstand bieten... Bis zur völligen Erschöpfung seiner Festigkeit ist das Material beansprucht, und wir sehen es allerorts geborsten, ... durch und durch zerbrochen und noch brechend. ... Ein Drang und Zwang ist alles, ein unentwegtes Pressen, Zerren, Bersten, Fließen, ein Schieben und Geschoben werden, ein Spiel und Widerspiel von Kräften...“

Der junge Dr. Müller baute 16 Jahr lang Straßen, Tunnel, Wasserkraftwerke. Ihn faszinierte, daß es möglich sein mußte, die Spannungs- und Verformungszustände beim Bauen in, auf und mit Fels mit den Methoden der Physik, der Mechanik, des Bauingenieurs zu messen und zu berechnen. 1951 lädt er Geologen, Geophysiker, Werkstoffkundler, Mechanik-, Bau- und Bergbauingenieure in seine Wohnung nach Salzburg ein und gründet somit eine Gesellschaft für Geomechanik, die über Österreich in alle Welt und Universitäten hinausgewachsen ist und die heute die Technik des Bauens von Staudämmen, Tunneln, Felshohlräumen, Kraftwerken, Kavernen, Einschnitten bestimmt.

Als Inhaber eines Ingenieurbüros für Geologie und Bauwesen gründete Leopold Müller 1960 eine eigene Versuchsanstalt für Felsmechanik. 1965 wurde er mit der

Leitung der Abteilung Felsmechanik an der Universität Karlsruhe betraut. Die Abteilung wurde somit zum Zentrum einer intensiven Forschung mit dem vierfachen Weg zur integrierten Erkenntnis: über das Laborexperiment an großen Prüfkörpern, über den Modellversuch mit äquivalenten Materialien, über in-situ-Messungen und über die numerischen Berechnungsmodelle. Im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind hier bahnbrechende Forschungsarbeiten entstanden.

Mit der Entwicklung von Großrechnern und von numerischen Berechnungsverfahren drohen jedoch auch Gefahren: der reifere Leopold Müller mußte um die ausgewogene Mitte besorgt sein, muß die Geomechanik vor dem Computer schützen. Denn seine tiefe Bildung, seine Arbeiten über die Werke Paracelsus, sein Verständnis von Goethes ganzheitlichem Anschauen machen ihn zum Mahner für den induktiven Weg zu wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Sein Lebenswerk ist groß. Es umfaßt rund 200 Veröffentlichungen, zwei dicke Lehrbücher über „Felsbau“ und „Tunnelbau“, zahlreiche Doktoranden, Bauwerken in aller Welt (bis nach China und Australien), an denen er entscheidend mitgewirkt hat. Gründer der International Society of Rock Mechanics war er, Nestor und Mentor bei den jährlichen Geomechanik-Kolloquien in Salzburg und vieles mehr. Die Auszeichnungen, von der Ehrenbürgerschaft der Stadt Salzburg bis zu Mitgliedschaften in wissenschaftlichen Gesellschaften und den Verleihungen von Ehrungsmedaillen, sind kaum noch zu zählen.

Wir haben mit unserem Mitglied und Gauß-Medaillen-Träger Professor Leopold Müller nicht nur einen großen schöpferischen Wissenschaftler und Ingenieur verloren, sondern auch einen liebenswerten, bescheidenen, klugen, hochgebildeten Menschen, der auf so ungewöhnliche Weise alle, denen er begegnete, tief beeindruckte. Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft trauert um Leopold Müller. Er lebt in unseren Gedanken weiter.

Laudatio anläßlich der Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille: s. Jahrbuch 1983 der BWG.

Eduard Pestel

* 29.5.1914 † 19.9.1988

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 11. November 1988

Von **Oskar Mahrenholtz**

Am 19. September 1988 verstarb Eduard Pestel in Hannover im Alter von 74 Jahren. Mit ihm verliert die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft ein herausragendes Mitglied; er gehörte unserer Gesellschaft seit 1959 an, war ihr also fast 30 Jahre verbunden. Eine seiner frühen wissenschaftlichen Arbeiten, „Ein allgemeines Verfahren zur Berechnung freier und erzwungener Schwingungen von Stabwerken“, erschien 1954 in den Abhandlungen der BWG. Er hat unserer Gesellschaft, deren Leben er über viele Jahre aktiv mitgestaltete, auch dann seine Verbundenheit bewahrt, als überregionale Verpflichtungen den Schwerpunkt seiner Tätigkeit verlagerten. So hat er sich als Niedersächsischer Minister für Wissenschaft und Kunst nachdrücklich für die Belange der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft eingesetzt.

Eduard Pestel wurde am 29. Mai 1914 in Hildesheim geboren und legte dort am Adreaneum das Abitur ab; das war im Jahre 1932. Sein Vater bestand auf einer soliden Ausbildung, und so erlernte er das Maurerhandwerk und besuchte die Fachhochschule Hildesheim, ehe er 1935 sein Studium an der Technischen Hochschule Hannover aufnahm. Hier traf er auf Otto Flachsbart, den er als Lehrer ebenso schätzte wie den Mathematiker Prange. Im Jahre 1938 kam er als Austauschstudent an das Rensselaer Polytechnic Institute in Troy im US-Staat New York, wo er sein Bauingenieur-Studium 1939 mit dem Master-Examen abschloß. Die Kriegswirren führten ihn über Mexiko nach Japan. Hier war er fünf Jahre industriell tätig, zunächst als Chefingenieur und dann als Technischer Direktor. Diese Zeit hat den Menschen Pestel mit geprägt, er wurde früh ein polyglotter Weltbürger mit wachen Augen für die Probleme dieser Welt.

Im Jahre 1947 kehrte er in das zerstörte Deutschland zurück. Hier begann eine steile wissenschaftliche Karriere: 1947 Promotion, 1950 Habilitation mit einer Arbeit über Tragwerksauslegung unter bewegter Last, 1953 außerplanmäßiger Professor an der Technischen Hochschule Hannover, 1957 ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für Mechanik an der TH Hannover als Nachfolger von Otto Flachsbart. Die dann folgenden Jahre waren wohl die ergiebigsten im Leben von Eduard Pestel, und zwar sowohl in der Lehre wie in der Forschung. Ich treffe immer wieder auf frühere Studenten aus Hannover, die noch heute mit wahrer Begeisterung von ‚ihrem‘ Professor Pestel schwärmen. Er hat es verstanden, seine Zuhörer nicht nur fachlich zu interessieren und ihnen gute Grundlagen zu vermitteln, sondern auch durch seine Persönlichkeit prägend auf sie zu wirken. Es hat ihn in den nicht leichten Jahren nach 1968 allerdings menschlich enttäuscht, wie wenig die Sprecher der damaligen Studentengeneration seine Bemühungen um einen wegweisenden Interessenausgleich im Hochschulbereich, den er als Rektor der TU Hannover anstrebte, zunächst gewürdigt haben.

Eduard Pestels Verdienste auf dem Gebiet der Mechanik liegen in der angewandten Elastomechanik, der Dynamik und der Schwingungstechnik. Er hat die Methode der Übertragungsmatrizen zur vollen Reife gebracht. Das gemeinsam mit F.A. Leckie 1963 verfaßte Buch „Matrix Methods in Elastomechanics“, von dem 1978 eine japanische Ausgabe erschien, gilt als Standardwerk, das auch heute für eindimensionale Kontinua nichts von seiner Aktualität eingebüßt hat. In Ansätzen hat er an der Entwicklung der Methode der Finiten Elemente mitgewirkt.

Die Plastizitätstheorie verdankt neben Otto Kienzle ihm den neuerlichen Forschungsanstoß nach dem Zweiten Weltkrieg. Viele seiner Schüler sind heute führend auf dem Gebiet der Kontinuumsmechanik. Auch die Regelungstechnik ist von ihm vorangetrieben worden durch die Einführung klarer mathematischer Modelle. Das von ihm gemeinsam mit E. Kollmann 1961 verfaßte Buch „Grundlagen der Regelungstechnik“ hat 1978 seine dritte Auflage erlebt.

Bei seinen vielseitigen Interessen, zu denen nicht zuletzt musische zählten – er war lange Jahre aktiv in der Hannoverschen Kammermusikgemeinde tätig –, blieb es nicht aus, daß man über den engeren akademischen Bereich hinaus auf Pestel aufmerksam wurde. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft holte ihn 1965 in ihren Senat und in den Hauptausschuß, anschließend war er für sechs Jahre Vizepräsident der DFG. Unter seinem Vorsitz haben die Sonderforschungsbereiche ihre heutige Ausprägung erfahren, und das von ihm mitgestaltete Bewertungsverfahren hat sich durchgesetzt. Die Wissenschaftsförderung verdankt ihm viel, er hat als Mitglied des Kuratoriums der Stiftung Volkswagenwerk (1969 bis 1979) und als dessen Vorsitzender die Weichen für eine verstärkte Förderung sowohl des mathematisch-naturwissenschaftlichen/ingenieurwissenschaftlichen Sektors als auch bedeutsamer Untersuchungen im sozialwissenschaftlichen und psychologischen Bereich gestellt.

Mit unermüdlichem Engagement hat Eduard Pestel von 1969 an bis zu seinem Tode die Bundesrepublik Deutschland im NATO-Wissenschaftsausschuß vertreten. Noch im Juni dieses Jahres ist er, bereits schwerkrank, zu einer Sitzung nach Kreta gereist.

Der Fraunhofer-Gesellschaft seit 1973 als Kurator des Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung verbunden, wurde er bereits ein Jahr später der Vorsitzende ihres Senats und blieb dies bis 1980.

Mit großem Einsatz widmete sich Eduard Pestel von 1982 bis 1986 in internationalem Auftrag dem Ausbau des chinesischen Hochschulwesens auf dem Ingenieursektor. Hier konnte er seine Kenntnisse und Erfahrungen als Ingenieur, Wissenschaftler und als Inhaber hoher Ämter im Wissenschaftsbereich einbringen. Unseren Kollegen Unger hat er für die Nachfolge gewonnen.

Besonders am Herzen lag ihm die Deutsche Technion-Gesellschaft. Er hat diese Gesellschaft, deren Vorläufer von Albert Einstein gegründet wurde, 1981 wieder ins Leben gerufen und ihr bis zu seinem Tode als Vorsitzender gedient. Er hatte noch geplant, die Oktober-Sitzung zu leiten in der Annahme, daß es ihm dann wohl wieder besser ginge. Die Kontakte zu Israel hatte er als Niedersächsischer Minister für Wissenschaft und Kunst (1977 bis 1981) geknüpft, Kontakte, die sich als beständig erwiesen haben, wie die kürzlich vom Land Niedersachsen veranstaltete Israel-Woche gezeigt hat.

Als Minister hat Eduard Pestel mehr bewegt als im Lande gemeinhin bekannt ist. Die Ausbauentscheidungen für Oldenburg und Osnabrück gehen ebenso auf ihn zurück wie Entscheidungen zum zügigen Ausbau der niedersächsischen Hochschulen insgesamt. Hannover hat er das Leibniz-Haus durch einen seinerzeit nicht unangefochtenen Beschluß beschert. Heute ist diese Begegnungsstätte aus dem Leben der hannoverschen Hochschulen nicht mehr wegzudenken. Schon als Abteilungsleiter und Dekan der Fakultät für Maschinenwesen und später als Rektor der TU Hannover hat er sich aktiv um die Studienreform bemüht. Erinnert sei hier an die heute bewährte Form der zweistufigen Diplomvorprüfung im Ingenieurbereich nach dem ersten und zweiten Studienjahr. So war es ihm mehr als ein Auftrag, sich auch im Lande als Minister um die Studienreform zu kümmern. Er hat dies trotz mancher Anfeindungen mit dem ihm eigenen Weitblick und mit Behutsamkeit getan.

Es gäbe noch viele Dinge zu berichten. Ich will hier nur noch seine Arbeit in der Deutschen Herzstiftung erwähnen, deren Kuratorium er vorsah, und seine Verbundenheit mit dem Haus Rissen, dem er als Vorsitzender des Vorstandes des Internationalen Instituts für Politik und Wirtschaft angehörte.

Die ihm zuteil gewordenen Ehrungen sind zahlreich; hervorzuheben sind zwei Ehrenpromotionen: im Jahre 1970 durch das Rensselaer Polytechnic Institute und im Jahr 1984 durch die Ruhr-Universität Bochum. Exemplarisch seien die Verleihungen der Max-Born-Medaille und der Niedersächsischen Landesmedaille erwähnt.

Das Bild des Menschen Pestel bliebe unvollständig, würde hier nicht seine Sorge um die Menschheit gebührend erwähnt. Er wurde 1979 Mitglied des Exekutiv-Komitees des Club of Rome, hat die erste große Studie „Grenzen des Wachstums“ mit ange-regt und im Jahr 1974 gemeinsam mit M. Mesarovic den zweiten Bericht an den Club of Rome zur Weltlage verfaßt, der als Buch unter dem Titel „Menschheit am Wendepunkt“ erschienen ist. Diese Arbeiten wurden auch durch die Verleihung des Friedenspreises des deutschen Buchhandels gewürdigt. Es war ihm noch vergönnt, das Erscheinen seines letzten Berichtes an den Club of Rome zu erleben, der ebenfalls als Buch mit dem Titel „Jenseits der Grenzen des Wachstums“ herausgekommen ist und in mehreren Sprachen erscheinen wird. Dieser Bericht hat nicht mehr die streng rationale, an Weltmodellen orientierte Methodik der früheren Berichte, reicht dafür thematisch aber ‚weit über den Tag hinaus‘. Pestel beeindruckt durch den Ernst seiner Darlegungen, die jetzt für uns ein Vermächtnis sind.

Arnold Beuermann

* 13.1.1924 † 15.3.1987

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 16. Dezember 1988

Von **Gerhard Oberbeck**

Am 15. März 1987 verstarb in der Universitätsklinik Göttingen, der Stadt, in der er seine wissenschaftliche Laufbahn erstmals begonnen hatte, der ordentliche Professor Dr. phil. Arnold Beuermann. Als Lehrstuhlinhaber für Geographie und langjähriger Direktor des Geographischen Institutes der Technischen Hochschule und späteren Technischen Universität Braunschweig hat er versucht – neben seinen Kollegen Rohdenburg und Meibeyer –, dem Fach Geographie in einer entscheidenden Phase neue Akzente zu geben und andere Perspektiven aufzuzeigen. Sein Leben fand ein Ende zu einem Zeitpunkt, als er sich entschlossen hatte, sich infolge einer sich über Jahre hinziehenden Kreislauferkrankung vorzeitig emeritieren zu lassen.

In die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft wurde Arnold Beuermann 1969 zum ordentlichen Mitglied gewählt; er war von 1974 bis 1976 ihr Generalsekretär, nachdem er von 1970 bis 1977 das Amt des Vorsitzenden der Klasse für Geisteswissenschaften innegehabt hatte.

Das Leben Arnold Beuermanns ist gekennzeichnet einerseits durch die Liebe zur Geographie und das Engagement für den Beruf, andererseits durch die enge Bindung an den südniedersächsischen Raum, seine Heimat. Geboren am 13. Januar 1924 in Niederscheden, besuchte er in diesem kleinen Ort die Volksschule, anschließend die Mittelschule in Hann.-Münden und die Oberschule in Kassel, wo er 1943 das Abitur bestand.

Infolge einer Knieerkrankung, die auch eine Versteifung zur Folge hatte, wurde Arnold Beuermann während des Zweiten Weltkrieges nicht zum Militärdienst eingezogen, hingegen als Schulhelfer 1943/44 dienstverpflichtet.

Anschließend begann er in Göttingen das Studium der Geographie und Geschichte, das – nach kurzer Unterbrechung – im Sommersemester 1946 wieder aufgenommen und durch die Völkerkunde ergänzt wurde. In seiner Ausbildung wurde er besonders durch die Lehrveranstaltungen seines Lehrers Hans Mortensen sowie anderer bedeutender Persönlichkeiten, die zu jener Zeit in Göttingen lehrten, beeinflusst; zu ihnen gehörten u.a. K. Brüning, N. Creutzburg, H. Plischke, H. Heimpel und K.H. Jacob-Friesen. 1951 fand diese Periode einen erfolgreichen Abschluß mit der Promotion zum Dr. phil. (1951); der Titel der Dissertation lautet „Hann. Münden – das Lebensbild einer Stadt“, eine für die damalige Zeit bemerkenswerte und musterhafte Untersuchung.

In dieser Phase fand Arnold Beuermann sein berufliches Tätigkeitsfeld im Göttinger Geographischen Institut, und zwar zunächst als wissenschaftliche Hilfskraft

(1950–1952), als wissenschaftlicher Assistent (1952–1954) und als Oberassistent (1954–1957). Neben den Aufgaben in Lehre und Verwaltung wurden als wissenschaftliche Schwerpunkte weiter die süd hannoverschen Städte, die „Großdörfer“ sowie methodische Fragen der Straßen- und Wege- auch der Wüstungsforschung – u.a. in Verbindung mit der „Niedersächsischen Bodendenkmalspflege“ – untersucht bzw. diskutiert.

Durch Hans Mortensen wurde das regionale Interesse A. Beuermanns auf Griechenland gelenkt, das er dann auf einer ersten Reise 1952 kennenlernte und dessen Faszination ihm Zeit seines Lebens zu neuen Unternehmungen anregte. Publikationen erschienen über die „Kalyviendörfer im Peloponnes“ (1954), den „Strukturwandel ländlicher Siedlungen in Griechenland“ (1957), „Tripolis und seine Umwelt“ (1957) und die „Waldverhältnisse im Peloponnes“ (1956). Außerdem erfolgte – zusammen mit dem Althistoriker Prof. Dr. E. Kirsten (Bonn) – eine (teilweise) Herausgabe der nachgelassenen Schriften von Prof. Dr. A. Philippson („Die griechischen Landschaften“).

Seit 1957 wirkte A. Beuermann als Wissenschaftlicher Assistent am Geographischen Institut der Technischen Hochschule Aachen; dort war er durch die Anregungen F. Monheims zwar in seinen Forschungsaktivitäten für Südosteuropa – wie er selbst betonte – gestärkt, jedoch mehr auf agrar- und wirtschaftsgeographische Perspektiven aufmerksam gemacht. Als Ergebnis dieser Studien entstand die vielbeachtete Untersuchung mit dem Titel „Fernweidewirtschaft in Südosteuropa“, die als Habilitationsschrift angenommen wurde. 1963 erhielt der Verfasser die „*venia legendi*“ für Geographie und 1964 in Anerkennung seiner Leistungen den Preis der Südosteuropa-Gesellschaft (München). Weitere Studien in Jugoslawien und Rumänien (Siebenbürgen) schlossen sich an.

1965 folgte Arnold Beuermann dem Ruf auf den Lehrstuhl für Geographie nach Braunschweig, wo er – als Nachfolger von G. Niemeier – ein renommiertes, jedoch relativ knapp ausgestattetes Institut vorfand. Den Anforderungen der Ausweitung des Lehrbetriebes und der wachsenden Studentenzahl entsprechend, erfolgte eine Vergrößerung in personeller und räumlicher Hinsicht. „Seiner Initiative ist es zu verdanken, daß (aus dem Institut) zwei selbständige Abteilungen mit vier Hochschullehrerstellen geworden sind.“ (Prof. Dr. W. Gey, 20.03.1987).

Während seiner sich auf mehr als zwei Jahrzehnte hin erstreckenden Tätigkeit in Braunschweig hatte A. Beuermann eine große Zahl von Studenten zu betreuen, eine Aufgabe, die sich auch in seinem Engagement für die Studienstiftung ausdrückte, und die er mit Geschick wahrnahm. Mehrere Jahre stand er als Vorsitzender im Sinne von „Öffentlichkeitsarbeit“ der wichtigen, inzwischen jedoch nicht mehr existierenden Braunschweiger Geographischen Gesellschaft vor.

Die eigenen Forschungsarbeiten waren in all den Jahren weiter auf Südosteuropa ausgerichtet; hinzu kommen aber auch die im hochschulnahen und im südniedersächsischen Bereich zu lokalisierenden siedlungsgeographischen Probleme.

So wurden von A. Beuermann und seinen Schülern stadtgeographische Untersuchungen – u.a. über Wolfenbüttel – durchgeführt.

Erwähnt seien ferner agrar- und wüstungsgeographische Aktivitäten bis hin zu eigenen Grabungen, die in Beuermanns Heimatgemeinde Scheden begonnen bzw. durchgeführt wurden.

Die wissenschaftlichen Aktivitäten Prof. Dr. A. Beuermanns wurden auch außerhalb der engeren fachbezogenen Bereiche anerkannt. Erwähnt seien die Wahlen zum Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der Osteuropa-Gesellschaft und in den Arbeitskreis für die siebenbürger Landeskunde; dies gilt ebenfalls für die bereits erwähnten Tätigkeiten im Rahmen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Als Arnold Beuermann am 20. März 1987 nach einer würdigen Gedenkstunde und einem Aussegnungsgottesdienst unter freiem Himmel von der Ausfahrt des väterlichen Hauses aus auf dem Friedhof in Niederscheden zur letzten Ruhe gebettet wurde, begleiteten ihn eine sehr große Anzahl von Kollegen, Freunden und Angehörigen.

Sie erinnerten sich an einen diskussionsfreudigen, warmherzigen Hochschullehrer, der seinem Fach Geographie, seiner Familie, seinen Freunden und „seinem“ Land Griechenland eng verbunden war; sie gedachten eines Mannes, der vor allem seine engere Heimat und ihre Menschen liebte, sie, die ihm in der schweren Zeit der letzten Jahre seines Lebens Halt, Sympathie und Achtung geschenkt hatten. Viele, die ihn kannten und schätzten, werden Arnold Beuermann noch lange in ihrer Erinnerung behalten.

Paul Koeßler

* 19.6.1896 † 15.7.1987

Vorgetragen in der Plenarversammlung am 16. Dezember 1988

Von **Manfred Mitschke**

Am 15.7.1987 verstarb Prof. Dr.-Ing. Paul Koeßler im Alter von 91 Jahren in Inzell. Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft verneigt sich in Trauer und Ehrerbietung vor dem Toten, der seit 1944 der BWG angehörte und in den Jahren 1965–67 ihr Präsident war.

Paul Koeßler wurde am 19.6.1896 in Ingolstadt geboren, studierte an der T.H. München und legte 1922 die Hauptprüfung für Maschinen-Elektroingenieure ab. Er ging danach zur Reichsbahn und wurde 1930 Leiter der Abteilung für elektrische Lokomotiven im Ausbesserungswerk München-Freimann. Damals trat neben die Dampflokomotive die E-Lok. Nach Koeßlers eigenen Worten reparierte er am Tage E-Loks und nachts promovierte er auf Dampflok. 1929 promovierte er an der T.H. München mit der Arbeit „Über Messungen der Flammenstrahlung in Dampfkesselfeueranlagen“.

Während seines Habilitationsverfahrens wurde er am 15.5.1934 an die T.H. Braunschweig auf den „Lehrstuhl für Dampfkessel, Kolbendampfmaschinen und Eisenbahnmaschinen“ berufen. Aus den Unterlagen können wir entnehmen, daß Koeßler von Beginn an die Idee hatte, ein Lehrgebiet für „Landfahrzeuge“ – späterhin „Fahrzeugtechnik“ benannt – aufzubauen. Neben den Vorlesungen „Eisenbahnmaschinen und Elektrische Bahnen“, die zu dem o.g. Lehrstuhl gehörten, begann er schon im WS 34/35 mit „Grundlagen des Landfahrzeugbaues“ und ab SS 35 mit „Kraftfahrzeugen“. Es gab zu dieser Zeit schon Professoren, Lehrbeauftragte oder Privatdozenten für Schienenfahrzeuge und Kraftfahrzeuge an den Technischen Hochschulen Berlin, Danzig, Hannover und München, aber niemand vor Koeßler hatte sich den gemeinsamen Grundlagen der Schienen- und Straßenfahrzeuge gewidmet. Er ging also daran, zunächst einmal die Grundlagen für das neue Lehrgebiet zu schaffen. Die damals bekannte einschlägige Literatur bezog sich überwiegend auf den Motor, vielfach auch auf sportliche und Benutzer-Interessen. Kontakte mit der Industrie waren nicht vorhanden, und auch die Reichsbahnbehörden standen dem Kraftfahrzeug nicht gerade wohlwollend gegenüber und hielten sich daher hinsichtlich einer Unterstützung des Lehrstuhls in dieser Richtung weitgehend zurück. Nur ganz wenigen erschien es plausibel, zwei Gebiete, die als äußerst heterogen betrachtet wurden, unter einer Lehrstuhlbezeichnung zusammenzufassen. Und an eine die Lehrtätigkeit begleitende Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Schienen- und Straßenfahrzeuge war aufgrund fast völlig fehlender Mittel zunächst kaum zu denken.

Aber Professor Koeßler gab nicht auf. Was er anstrebte, war ein gemeinsamer Bereich, in dem es nicht um den Fahrzeugantrieb ging, sondern vielmehr um die Erfor-

schung und Lehre der Fahreigenschaften, des Bremsverhaltens, der Zusammenhänge zwischen Rad und Fahrbahn – sei es nun auf der Schiene oder auf der Straße. Jede sich bietende Gelegenheit, Forschungsmittel – auch noch so geringe im Verhältnis zu heutigen Finanzierungen – zu beschaffen, wurde gesucht und wahrgenommen. Sie ergab sich wie so häufig und dieses Mal aus dem Gebiet des Bauwesens heraus: Die Forschungsgesellschaft für Straßenwesen und dort die Arbeitsgruppe „Fahrzeug und Fahrbahn“ plante die Erforschung der Vorgänge zwischen Reifen und Straße mit dem Ziel, kurze Bremswege sicher zu erreichen, sowie Untersuchungen an der Kfz-Bremse, um den Einfluß der Erwärmung der Bremsbeläge festzustellen. Von dort kamen dann die ersten Forschungsaufträge und Professor Koeßler arbeitete über Fahrzeugbremsen, Kraftschluß zwischen Reifen und Fahrbahn, Bremskraftverteilung, Wintergleitschutz und Lenkung von Gleiskettenfahrzeugen. 1937 kamen Forschungsaufträge des Reichs- und preußischen Verkehrsministers über „Bewegungsvorgänge und Fahrzeugbremsen, Schaffung eines fremdstofffreien Bremsbelags“ hinzu. Nun war der Weg frei zur Beschaffung von Versuchseinrichtungen und zur Einstellung von Forschungspersonal.

Aber es dauerte noch bis 1940, ehe Koeßler dem Dekan berichten konnte, „daß mit dem Beziehen der Werkstätten- und Versuchsräume und der Einstellung handwerklicher Arbeitskräfte nunmehr das Versuchsfeld für Fahrzeugtechnik errichtet sei...“. Der Lehrstuhl wurde umbenannt in „Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik und Heizflächentechnik“ – dies im gleichen Jahr, als die Fahrzeugtechnik zum Vorlesungspflichtfach im Maschinenbau wurde. Einer der Pioniere der Fahrzeugtechnik hatte sein Zwischenziel, das er sich selbst gesetzt hatte, erreicht.

Bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1966 hatte Paul Koeßler über 60 Doktoranden betreut; allein oder auch zum Teil gemeinsam mit anderen veröffentlichte er fast 200 wissenschaftliche Arbeiten, herausragend das „Handbuch für den Kraftfahrzeugingenieur“ (eigentlich nur unter dem Namen Buschmann-Koeßler bekannt, Buschmann für die Motoren, Koeßler für das gesamte Fahrzeug mit seinen Aggregaten zuständig, mit insgesamt acht Auflagen), das „Lexikon der Fahrzeugtechnik“ (Band 12 von Lueger's Lexikon der Technik) und sein letztes, 1985 erschienenes Buch „Grundlagen der Fahrzeugtechnik“. Er war nicht nur der Begründer des heutigen Instituts für Fahrzeugtechnik an der T.H. Braunschweig, sondern dort auch mehrfach Dekan der Abteilung Maschinenwesen und Prorektor sowie Rektor von 1950 bis 1952. Darüber hinaus stellte er seinen vielgefragten Rat und seine fachliche Hilfe vielen ehrenamtlichen Gremien zur Verfügung: Bereits 1937 gründete er die Braunschweiger Gruppe der Automobiltechnischen Gesellschaft (ATG), er war Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates beim Bundesminister für Verkehr, Präsident der internationalen Vereinigung der Automobilingenieure (FISITA), Vorsitzender der VDI-Fachgruppe Fahrzeugtechnik (der früheren Automobiltechnischen Gesellschaft), Vorsitzender der VDI-Hauptgruppe „Mensch und Technik“, er war fast 20 Jahre lang Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats des VDI und leitete z.B. auch die Umgestaltung der Abteilung „Landverkehr“ im Deutschen Museum München.

Alles dies wäre bereits Anlaß genug, die große Ingenieurpersönlichkeit, ohne deren Wirken das Entstehen der heutigen Fahrzeugtechnik als Wissenschaft nicht denkbar ist,

den bedeutenden Forscher und Lehrer zu ehren. Hohe Auszeichnungen gelten der Achtung und Anerkennung, die sich Professor Koeßler bei seinen Fachkollegen erworben hat. So erhielt er das Große Bundesverdienstkreuz, den goldenen Ehrenring des Deutschen Museums München, die Ehrenplakette, die Ehrenmedaille und die Ehrenmitgliedschaft des VDI, die Ehrenmitgliedschaft der japanischen Vereinigung der Automobilingenieure (SAEJ) und der italienischen ATA.

Neben diesen Leistungen darf nicht sein fachübergreifendes Engagement vergessen werden. Ausgehend von seinen Vorlesungen „Technik und Ethik“, die er nach dem 2. Weltkrieg hielt, suchte er ganz bewußt von sich aus die Verbindung zu der geistigen Welt der Philosophie und Theologie sowie auch zu den Juristen und Soziologen.

Vieles hierzu hat er in eigenen Veröffentlichungen und vor allem in seinem Buch „Christentum und Technik“ niedergeschrieben. Es ist nicht das einzige Buch, das zu dieser Problematik geschrieben wurde – aber wohl das erste, dessen Autor ein Ingenieur ist.

Sein Streben galt der sinnvollen Integration der Technik in den Lebens- und Wirkungsbereich des Menschen, und der Wunsch, der hinter seiner Arbeit stand, war der, daß die Menschen den rechten Umgang mit der Technik begreifen mögen.

Vor ungefähr zwei Jahren hielt Prof. Koeßler auf der VI. Tagung des Instituts für Fahrzeugtechnik einen Vortrag „Über das Messen“. Er sprach dabei nicht nur fahrzeugtechnische Aspekte an, sondern, wie es seine Art war, auch philosophische.

Sein letzter Satz war: „Daß wir alle irgendwie – und wie der Mensch hoffen darf, auch ‚richtig‘ gemessen werden, dessen bin ich sicher.“

Da Prof. Koeßler ein tief religiöser Mensch war, meinte er sicherlich nicht nur, daß wir Menschen ihn richtig messen. Wir aber können dafür sorgen, daß wir ihn und sein Wirken nicht vergessen.

Veröffentlichungen

Im Berichtsjahr wurden veröffentlicht:

„Jahrbuch 1987 der BWG“

„Abhandlungen der BWG“, Bd. XXXIX (1987)

„Bernwardinische Kunst“, Band 3 der Veröffentlichungsreihe der Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte bei der BWG.

Geschäftliche Mitteilungen

Das Plenum trat am 16.12.1988 zu seiner jährlichen Hauptsitzung zusammen, nahm die Jahresberichte des Präsidenten und des Generalsekretärs entgegen und beschloß den Haushaltsentwurf 1990. Ebenfalls am 16.12.1988 fand eine Wahlsitzung des Plenums statt, in der Prof. Dr. phil. Dipl. Ing. Harmen Thies für die Amtszeit vom 1.1.1989 bis zum 31.12.1991 zum Generalsekretär gewählt wurde. Außerdem wurden auf dieser Wahlsitzung drei ordentliche und drei korrespondierende Mitglieder gewählt (siehe Personalia). In der Sitzung am 14.10.1988 hatte das Plenum dem Verwaltungsausschuß Entlastung für das Geschäftsjahr 1987 erteilt.

Am 26.8.1988 fand eine Sitzung des Verwaltungsausschusses statt. Das am 16.12.1988 tagende Konzil beschloß, die Carl-Friedrich-Gauß-Medaille des Jahres 1989 Herrn Prof. Dr. rer. nat. Herbert Walther, München, anzutragen. Der Genannte hat die Ehrung angenommen. Die Auszeichnung wird ihm im Rahmen der Feierlichen Jahresversammlung am 2.6.1989 überreicht werden.

1988 zählte die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft 119 ordentliche und 65 korrespondierende Mitglieder.

Satzung und Geschäftsordnungen

Die Satzung und die Geschäftsordnungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft sowie die Druckschriftenordnung sind im Jahrbuch 1986, Seite 257 ff., veröffentlicht.

Personalia

Todesfälle

- März 1987 Kurt Illies (geb. 18.11.1906)
Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1963
- 22.4.1988 Peter Wincierz (geb. 4.5.1930)
Prof. Dr.-Ing., korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1983
- 3.5.1988 Konrad Gaiser (geb. 26.11.1929)
Prof. Dr. phil., korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1984
- 17.7.1988 Karl Bammert (geb. 13.12.1908)
Prof. Dr.-Ing., ordentliches Mitglied der BWG seit 1976
- 1.8.1988 Leopold Müller (geb. 9.1.1908)
Prof. Dr. techn., Dr. mont. h.c., korrespondierendes Mitglied der BWG seit 1983
- 11.8.1988 Bruno Brehler (geb. 25.12.1922)
Prof. Dr. rer. nat., ordentliches Mitglied der BWG seit 1974
- 19.9.1988 Eduard Pestel (geb. 29.5.1914)
Prof. Dr.-Ing., D. Eng. h.c., ordentliches Mitglied der BWG seit 1959

Zuwahlen

Zu ordentlichen Mitgliedern wurden am 16.12.1988 gewählt
in die Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik

Schügerl, Karl, Dr. rer. nat., Dipl.-Ing., Professor für Technische Chemie an der Universität Hannover, Arnumer Kirchstraße 31, 3005 Hemmingen 4

geboren: 22. 6.1927 in Sopron (Ungarn)

1945 Abitur
1945–1949 Chemie-Ingenieur-Studium, TU Budapest
1949 Diplom-Chemie-Ingenieur
1949–1952 Institut für Organische Chemie, TU Budapest
1952–1956 Forschungsinstitut der Org. Chem. Industrie
1956 Konstruktionsbüro für Chem. Industrie, Budapest
1959 Dr. rer. nat., TU Hannover
1960/61 Postdoc. fellow, New York University
1961/62 Postdoc. fellow, Princeton University
1964 Habilitation für Technische Chemie, TU Hannover
1965–1969 Abteilungsleiter und Professor, TU Braunschweig
1969 o. Professor, Universität Hannover

Publikationen: Über 600 Veröffentlichungen, u. a.
gemeinsam mit E. Paszthory und M. Bakos:
Transportprozesse in Füllkörpersäulen (ungarisch, 1954)
Bioreaktionstechnik, Band I (1985)
Bioreaction Engineering, Vol. I (1987)
Bioreaktionstechnik, Band II (1989)
Bioreaction Engineering, Vol. II (1989)
Zusammen mit M.R. Kula:
Extraction in the Biotechnology (1989)

Herausgabe: gemeinsam mit P. Präve und H. Zucker:
Mikrobielle Proteingewinnung und Biotechnologie (1980)
gemeinsam mit M. R. Kula und U. Onken:
Aufarbeitung biologischer Medien, Physikalisch-chemische Grundlagen (1984)
gemeinsam mit M. R. Kula und C. Wandrey:
Technische Membranen in der Biotechnologie (1986)
Biochemical Engineering Monographs
Biochemical Engineering Journal

Mitglied: DECHEMA
Gesellschaft Deutscher Chemiker
American Chemical Society
Faraday Society
Mikrobiologische Gesellschaft u. a. m.

1988 Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Schwab, Klaus Ludwig, Dr. rer. nat., Professor für Geologie und Paläontologie an der TU Clausthal, Berliner Straße 119, 3392 Clausthal-Zellerfeld.

- geboren: 20. 5. 1933 in Kirchheimbolanden
- 1952 Abitur, Nordpfalzgymnasium Kirchheimbolanden
- 1952–1958 Studium der Geologie in Mainz, Kiel, Cambridge
- 1958 Diplom-Geologe, Universität Mainz
- 1963 Dr. rer. nat., Universität Mainz
- 1963–1966 Wissenschaftlicher Assistent, Universität Mainz
- 1966–1968 Instituto Nacional de Geologia y Minería, Buenos Aires, Argentinien
- 1968–1972 Wissenschaftlicher Assistent, Universität Mainz
- 1972 Habilitation für Geologie und Paläontologie, Universität Mainz
- 1973 apl. Prof., Wissenschaftlicher Rat und Professor, Universität Mainz
- 1976–1977 Vertretung einer C4-Professur für Allgemeine und Regionale Geologie, Universität Mainz
- 1979 C4-Professor, TU Clausthal
- Publikationen: Ca. 30 Veröffentlichungen, u. a.
Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (Nordwest-Argentinien), Ein Beitrag zur erdgeschichtlichen Entwicklung der Puna, Geotektonische Forschungen 43 (1973)
- Mitglied: Deutsche Geologische Gesellschaft
Geologische Vereinigung
Asociación Geologica Argentina
Association Géologique du Luxembourg
- 1988 Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

in die Klasse für Geisteswissenschaften

Raabe, Paul, Dr. phil., Dr. phil. habil., Dr. h.c. mult., apl. Prof. an der Universität Göttingen, Direktor der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel, Lessingstraße 11, 3340 Wolfenbüttel

- geboren: 21. 2. 1927 in Oldenburg/Oldenburg
- 1946 Abitur an der Graf-Otto-Günther-Schule in Oldenburg
- 1948 Diplombibliothekar, Hamburg
- 1949–1953 Landesbibliothek Oldenburg
- 1951–1957 Studium der Germanistik und Geschichte, Universität Hamburg
- 1957 Dr. phil., Universität Hamburg
- 1958–1968 Leiter der Bibliothek des Schiller-Nationalmuseums und des Deutschen Literaturarchivs, Marbach
- seit 1967 Direktor der Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel
- Habilitation, Universität Göttingen
- 1973 apl. Professor, Universität Göttingen
- Publikationen: Zahlreiche Beiträge in Fachzeitschriften und Büchern, u. a.
Alfred Kubin (1957)
Einführung in die Bücherkunde zur deutschen Literaturwissenschaft (1961, 10. Auflage 1984)

- Einführung in die Quellenkunde zur neueren deutschen Literaturgeschichte (1963, 3. Auflage 1974)
 Quellenrepertorium zur neueren deutschen Literaturgeschichte (1963, 3. Auflage 1981)
 Die Briefe Hölderlins (1963)
 Die Zeitschriften und Sammlungen des literarischen Expressionismus (1964)
 Index Expressionismus, 18 Bände (1972)
 Der alten Stadt eine Zukunft (1975)
 Wolfenbüttel (1979)
 Bücherlust und Lesefreuden (1984)
 Die Autoren und Bücher des literarischen Expressionismus (1985)
 Die Bibliothek als humane Anstalt betrachtet (1986)
 Wie Shakespeare durch Oldenburg reiste (1986)
 Gottfried Benn in Hannover (1986)
- Herausgabe: Die Horen, Hrsg. von Friedrich Schiller (1959)
 Die Aktion 1918–1940, Hrsg. von Franz Pfempfert (1959)
 Expressionismus, Aufzeichnungen und Erinnerungen der Zeitgenossen (1964)
 Expressionismus, Der Kampf um eine literarische Bewegung (1965, 1987)
 Wolfenbütteler Beiträge (seit 1972)
 Öffentliche und private Bibliotheken im 17. und 18. Jahrhundert (1977)
 Das Buch in den zwanziger Jahren (1978)
 Buchgestaltung in Deutschland 1740–1890 (1980)
 Bücher und Bibliotheken im 17. Jahrhundert in Deutschland (1980)
 Gemeinsam mit B. Fabian:
 Gelehrte Bücher vom Humanismus bis zur Gegenwart (1983)
 Erhart Kästner Briefe (1984) u. v. m.
- Mitglied: Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
 Korrespondierendes Mitglied der Joachim-Jungius-Gesellschaft in Hamburg
 Wissenschaftlicher Senat der Lessing-Akademie Wolfenbüttel
- 1988 Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Zu korrespondierenden Mitgliedern wurden am 16. 12. 1988 gewählt

in die Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik

Scriba, Christoph J., Dr. rer. nat., Professor für Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität Hamburg, Bellevue 23, 2000 Hamburg 60

in die Klasse für Geisteswissenschaften

Lavrov, Sergei B., Dr., Professor für Ökumenische Geographie an der Universität Leningrad (UdSSR)

Neumann, Günter, Dr. phil., Dr. phil. E.h., em. Professor für Indogermanische Sprachwissenschaften der Universität Würzburg, Thüringer Straße 20, 8700 Würzburg

Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille

- 1949 *Walter Reppe* †, Dr. phil., Dr. phil. nat. h.c., Dr.-Ing. E. h., Honorarprofessor der Universität Mainz und Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1950 *Arvid Hedvall* †, fil. dr., Dr. phil. h.c., Dr.-Ing. h.c., Dr. Techn. h.c., em. o. Professor für Silikatchemie der Technischen Hochschule Göteborg/Schweden.
- 1951 *Wilhelm Nusselt* †, Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Theoretische Maschinenlehre an der Technischen Hochschule München.
- 1952 *Erwin W. Müller*, Dr.-Ing. habil., Dr. rer. nat. h.c., Dr. h.c., Evan-Pugh Res. Professor an der Pennsylvania State University, University Park, Penn./USA.
- 1953 *Gustav Wolf* †, Dr.-Ing. E. h., Professor in Münster.
- 1954 *Max Strutt*, Dr. techn., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Höhere Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich/Schweiz.
- 1955 *Fritz Arndt* †, Dr. phil., Dr. rer. nat. h.c., Dr. h.c., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Breslau, Honorarprofessor an der Universität Hamburg.
- 1955 *Pascual Jordan* †, Dr. phil., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Hamburg.
- 1956 *Ulrich Finsterwalder*, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., München.
- 1957 *Georg Sachs* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Metallurgie an der Syracuse University, Syracuse, N. Y./USA.
- 1958 *Werner Schmeidler* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Mathematik an der Technischen Universität Berlin.
- 1959 *Hans Brockmann*, Dr. sc. nat. habil., Dr. rer. nat. e.h., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Göttingen.
- 1960 *Theodor von Kármán* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. nat. h.c., mult., LL. D., Professor am California Institute of Technology, Pasadena, Calif./USA.
- 1961 *Kurt Paul Klöppel* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Statik und Stahlbau an der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1962 *Walter Schottky* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. nat. h.c., Dr. techn. E. h., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Erlangen.
- 1963 *Gottfried Köthe*, Dr. phil., Dr. h.c., Dr. rer. nat. h.c. mult., em. o. Professor für Angewandte Mathematik an der Universität Heidelberg.

- 1964 *Carl Wagner* †, Dr. phil., Dr. rer. nat. h. c., Dr.-Ing. E. h., Professor und vormalig Direktor des Max-Planck-Instituts für Physikalische Chemie in Göttingen.
- 1965 *Albert Betz* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. sc. techn. h. c., Professor und vormalig Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt und des Max-Planck-Instituts für Strömungsforschung in Göttingen.
- 1966 *Wilhelm Becker*, Dr. phil., Dr. h. c., em. o. Professor und Direktor der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt der Universität Basel/Schweiz.
- 1967 *Henry Görtler* †, Dr. phil. habil., LL. D. h. c., em. o. Professor der Mathematik und vormalig Direktor des Instituts für Angewandte Mathematik der Universität Freiburg i. Br.
- 1968 *Egon Orowan*, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Mechanical Engineering am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass./USA.
- 1969 *E. Arne Bjerhammar*, tekn. dr., Professor für Geodäsie an der Kungl. Tekniska Högskolan in Stockholm/Schweden.
- 1970 *Elie Carafoli* †, Dr. rer. nat., Professor für Aero-Gas-Dynamik an dem Polytechnischen Institut Bukarest und vormalig Direktor des Institut de Mécanique des Fluides „Traian Vuia“ in Bukarest/Rumänien.
- 1971 *Walter Dieminger*, Dr. rer. techn., apl. Professor für Geophysik an der Universität Göttingen und vormalig Direktor des Max-Planck-Instituts für Aeronomie in Lindau/Harz.
- 1972 *Hubert Rüsck* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Massivbau an der Technischen Hochschule München und vormalig Direktor des Amtlichen Materialprüfungsamtes für das Bauwesen.
- 1973 *Viktor Gutmann*, Dr. techn., Ph. D., Sc. D., Dr. rer. nat. h. c., Dr. Sc. h. c., o. Professor für Anorganische Chemie an der Technischen Universität Wien/Österreich.
- 1974 *Friedrich Tamms* †, Dr. h. c., Professor, Beigeordneter der Stadt Düsseldorf (Stadtbaurat i. R.), Freischaffender Planer.
- 1975 *Sir Michael James Lighthill*, FRS, FRAeS, Hon. D. Sc. mult., Professor für Mathematik an der University of Cambridge/Großbritannien.
- 1977 *Walter Maurice Elsasser*, Dr. phil., o. Professor für Geophysik an der Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland/USA.
- 1977 *Helmut Moritz*, Dr. techn., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Geodäsie an der Technischen Universität Graz/Österreich.
- 1977 *László Fejes Tóth*, Dr., Professor und Direktor des Mathematischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest/Ungarn.
- 1978 *Ulrich Grigull*, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Thermodynamik an der Technischen Universität München.

- 1979 *Wolf Freiherr von Engelhardt*, Dr. phil., em. o. Professor für Mineralogie und Petrographie an der Universität Tübingen.
- 1980 *Hans Kuhn*, Dr. phil., Dr. rer. nat. h. c., Professor und vormals Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen.
- 1981 *Martin Kneser*, Dr. rer. nat., o. Professor für Mathematik an der Universität Göttingen.
- 1982 *Walter Burkert*, Dr. phil., o. Professor für Klassische Philologie an der Universität Zürich/Schweiz.
- 1983 *Leopold Müller* †, Dr. techn., Dr. mont. h. c., Honorarprofessor an der Universität Salzburg (Felsmechanik), Salzburg/Österreich.
- 1984 *Heinz Beneking*, Dr. rer. nat., o. Professor und Direktor des Instituts für Halbleitertechnik der Technischen Universität Aachen.
- 1985 *Gerhard Ertl*, Dr. rer. nat., Professor und Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin.
- 1986 *Arno Borst*, Dr. phil., o. Professor für Geschichte des Mittelalters an der Universität Konstanz.
- 1987 *Olgierd Cecil Zienkiewicz*, FRS, Ph. D., D. Sc., Hon. D. Sc. mult., Professor of Civil Engineering an der University of Wales, Swansea/Großbritannien.
- 1988 *Heinz Brauer*, Dr.-Ing., Professor für chemische Ingenieurtechnik an der Technischen Universität Berlin.

Mitgliederverzeichnis

(Stand 31.12.1988)

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Fallersleber-Tor-Wall 16, 3300 Braunschweig

Telefon: (0531) 391-4596

Präsident: Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Oberbeck
(bis 31.12.1989)

Generalsekretär: Prof. Dr. rer. nat. Egon Richter
(bis 31.12.1988)

Geschäftsstelle: Frau Hannelore Haubold (Büroleiterin)
Frau Gabriele Köppelmann-Müller

Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Otto K. Rosenbach (bis 31.12.1988)

Ordentliche Mitglieder:

- Becker, Gerhard (21.12.1916), Dr. rer. nat., Dr.-Ing. h. c., Ltd. Dir. u. Prof. i. R. (Physik, PTB Braunschweig), Diebelhorststraße 32, 3300 Braunschweig
- Bogen, Hans Joachim (19.11.1912), Dr. rer. nat., Prof. em. (Botanik, TU Braunschweig), Wendentorwall 15b, 3300 Braunschweig
- Cramer, Friedrich (20.9.1923), Dr. rer. nat., Prof. u. Dir. (Organische Chemie, MPI für Experimentelle Medizin, Göttingen), Jacob-Henle-Straße 18, 3400 Göttingen
- Dieminger, Walter (7.7.1907), Dr. rer. techn., apl. Prof. u. Dir. i. R. (Aeronomie, MPI für Aeronomie, Lindau), Berliner Straße 14, 3412 Nörten-Hardenberg 1
- Grüztmacher, Martin (10.11.1901), Dr. phil. habil., Honorarprof. u. Ltd. Dir. a.D. (Akustik, PTB Braunschweig), Sulzbacher Straße 36, 3300 Braunschweig
- Gundermann, Karl-Dietrich (20.2.1922), Dr. rer. nat., Prof. (Organische Chemie, TU Clausthal), Birckenbachstraße 2, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Hartmann, Thomas (2.2.1937), Dr. rer. nat., Prof. (Pharmazeutische Biologie, TU Braunschweig), Walter-Hans-Schultze-Straße 21, 3300 Braunschweig
- Haul, Robert (31.5.1912), Dr.-Ing. habil., Prof. em. (Physikalische Chemie, Universität Hannover), Schellingstraße 5, 3000 Hannover 61
- Hövermann, Jürgen (15.3.1922), Dr. rer. nat., Prof. (Geographie, Universität Göttingen), Nelkenstraße 10, 3410 Northeim-Hillerse
- Hopf, Henning (13.12.1940), Dr. phil., Prof. (Organische Chemie, TU Braunschweig), Dürerstraße 8, 3300 Braunschweig

- Kanold, Hans-Joachim (29.7.1914), Dr. rer. nat. habil., Prof. em. (Mathematik, TU Braunschweig), Gldenstrae 41, 3300 Braunschweig
- Kersten, Martin (28.4.1906), Dr.-Ing., Honorarprof. u. Prs. i. R. (Physik, PTB Braunschweig), Am Hohen Tore 4A, 3300 Braunschweig
- Kertz, Walter (29.2.1924), Dr. rer. nat., Prof. (Geophysik und Meteorologie, TU Braunschweig), Pestalozzistraße 2, 3300 Braunschweig
- Kebler, Franz Rudolf (11.8.1927), Dr. phil., Prof. Hon., Prof. (Physik, TU Braunschweig), Am Walde 42, 3300 Braunschweig
- Kowalsky, Hans-Joachim (16.7.1921), Dr. rer. nat., Prof. em. (Mathematik, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 20, 3340 Wolfenbüttel
- Kroepelin, Hans (28.12.1901), Dr. phil., Prof. em. (Chemische Technologie, TU Braunschweig), Hermann-Riegel-Straße 12, 3300 Braunschweig
- Maaß, Günter (7.1.1934), Dr. rer. nat., Prof. (Biophysikalische Chemie, Medizinische Hochschule Hannover), Im Eichholz 27, 3000 Hannover 51
- Mller, Georg (1.10.1930), Dr. rer. nat., Prof. (Mineralogie und Petrographie, TU Clausthal), Einersberger Blick 27, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Mller, Hans Robert (26.10.1911), Dr. phil., Prof. em. (Mathematik, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 49, 3340 Wolfenbüttel
- Pilger, Andreas (19.12.1910), Dr. phil. habil., Prof. em. (Geologie und Paläontologie, TU Clausthal), Berliner Straße 125, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Richter, Egon (24.3.1928), Dr. rer. nat., Prof. (Theoretische Physik, TU Braunschweig), Sommerlust 33, 3300 Braunschweig
- Röhrs, Manfred (22.9.1927), Dr. rer. nat., Prof. (Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover), Im Dorffeld 43, 3005 Hemmingen
- Rosenbach, Otto K. (25.9.1914), Dr.-Ing., Prof. em. (Geophysik, TU Clausthal), Hopfengarten 40, 3388 Bad Harzburg 1
- Schottlaender, Stefan (15.1.1928), Dr. rer. nat., Prof. (Mathematik, TU Clausthal), Glückauf-Weg 8, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Schügerl, Karl (22.6.1927), Dr. rer. nat., Dipl.-Ing., Prof. (Technische Chemie, Universität Hannover), Arnumer Kirchstraße 31, 3005 Hemmingen 4
- Schumann, Hilmar (8.11.1902), Dr. phil. habil., Prof. em. (Mineralogie, TU Braunschweig), Eitelbrodstrae 3a, 3300 Braunschweig
- Schwab, Klaus (20.5.1933), Dr. rer. nat., Prof. (Geologie und Paläontologie, TU Clausthal), Berliner Straße 119, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Schwink, Christoph (20.3.1928), Dr. rer. nat., Prof. (Physik, TU Braunschweig), Spitzwegstraße 21, 3300 Braunschweig
- Stahl, Wolfgang (17.8.1935), Dr. rer. nat., Dir. u. Prof. (Isotopengeochemie und -geophysik, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), Hermann-Löns-Weg 14, 3006 Burgwedel 4
- Steudel, Andreas (17.2.1925), Dr. rer. nat., Prof. (Physik, Universität Hannover), Hahnensteg 41 C, 3000 Hannover 91
- Tietz, Horst (11.3.1921), Dr. phil., Prof. (Mathematik, Universität Hannover), Rddinger Straße 31, 3008 Garbsen

- Vollmar, Roland (1.11.1939), Dr.-Ing., Prof. (Informatik, TU Braunschweig), Adolfstraße 14, 3300 Braunschweig
- Wannagat, Ulrich (31.5.1923), Dr. rer. nat., Dr. techn. h.c., Prof. (Anorganische Chemie, TU Braunschweig), Antoinettenweg 9, 3340 Wolfenbüttel
- Weinert, Hanns Joachim (26.1.1927), Dr. phil., Dr. rer. nat. habil., Prof. (Mathematik, TU Clausthal), Glückauf-Weg 6, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Welling, Herbert (1.9.1929), Dr. rer. nat., Prof. (Physik, Universität Hannover), Nogatweg 13, 3004 Isernhagen
- Willerding, Ulrich (8.7.1932), Dr. rer. nat., apl. Prof. (Botanik, Universität Göttingen), Calsowstraße 60, 3400 Göttingen
- Winterfeldt, Ekkehard (13.5.1932), Dr. rer. nat., Prof. (Organische Chemie, Universität Hannover), Sieversdamm 34, 3004 Isernhagen 2
- Zinner, Gerwalt (30.9.1924), Dr. phil., Prof. (Pharmazeutische Chemie, TU Braunschweig), Am Papenholz 14, 3300 Braunschweig

Korrespondierende Mitglieder:

- Bartels, Heinz, Dr. med., Prof. em. (Vegetative Physiologie, Medizinische Hochschule Hannover), Am Rehberg 7, 7763 Öhningen-Wangen
- Becker, Wilhelm, Dr. phil., Dr. h.c., Prof. em. (Astronomie, Universität Basel), Im Spiegelfeld 12, CH-4102 Binningen ü. Basel/Schweiz
- Elsasser, Walter M., Dr. phil., Prof. (Physik), Department of Earth and Planetary Sciences, Johns Hopkins University Baltimore, Maryland 21218/USA
- Engelhardt, Wolf, Freiherr von, Dr. phil., Prof. em. (Mineralogie und Petrographie), Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität Tübingen, Wilhelmstraße 56, 7400 Tübingen 1
- Ertl, Gerhard, Dr. rer. nat., Prof. u. Dir. (Physikalische Chemie, Fritz-Haber-Institut, Max-Planck-Gesellschaft), Garystraße 18, 1000 Berlin 33
- Gutmann, Viktor, Dr. techn., Ph. D., Sc. D., Dr. rer. nat. h.c., Dr. Sc. h.c., Prof. (Chemie), Institut für Anorganische Chemie, TH Wien, Getreidemarkt 9, A-1060 Wien/Österreich
- Haken, Hermann, Dr. rer. nat., Dr. h.c. mult., Prof. (Theoretische Physik, Universität Stuttgart), Sandgrubenstraße 1, 7032 Sindelfingen
- Hengge, Edwin Franz Kurt, Dr. techn., Prof. (Anorganische Chemie, TU Graz), Ziegelstraße 9z, A-8045 Graz/Österreich
- Inhoffen, Hans Herloff, Dr. phil., Dr. med. h.c., Prof. em. (Organische Chemie, TU Braunschweig), Loretostei 34a, 7750 Konstanz
- Kaluza, Theodor, Dr. rer. nat., Prof. em. (Mathematik, Universität Hannover), Nötelweg 4, 3000 Hannover 91
- Kippenhahn, Rudolf, Dr. rer. nat., Prof. u. Dir. (Astrophysik, Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik), Föhringer Ring 6, 8000 München
- Kneser, Martin, Dr. rer. nat., Prof. (Mathematik, Universität Göttingen), Guldenhagen 5, 3400 Göttingen

- Köthe, Gottfried, Dr. phil., Dr. h.c., Dr. rer. nat. h.c. mult., Prof. em. (Mathematik, Universität Frankfurt), Parkstraße 14, 6000 Frankfurt/Main 1
- Kreutzkamp, Norbert, Dr. phil., Prof. (Pharmazeutische Chemie), Institut für Pharmazeutische Chemie, Universität Hamburg, Laufgraben 28, 2000 Hamburg 13
- Kuhn, Hans, Dr. phil., Prof. u. Dir. i.R. (Biophysikalische Chemie, MPI für biophysikalische Chemie), Ringoldswilstraße 50, CH-3656 Tschingel ob Gunten/Schweiz
- Mensching, Horst, Dr. rer. nat., Prof. em. (Geographie, Universität Hamburg), Heinz-Hilpert-Straße 10, 3400 Göttingen
- Schaller, Friedrich, Dr. rer. nat., Prof. (Zoologie), Zoologisches Institut, Universität Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1 A, A-1010 Wien/Österreich
- Schmitz, Rudolf, Dr. phil., Prof. (Geschichte und Pharmazie, Universität Marburg), Fhr.-vom-Stein-Straße 2, 6349 Mittenaar-Bicken
- Scriba, Christoph J., Dr. rer. nat., Prof. (Geschichte der Naturwissenschaften, Universität Hamburg), Bellevue 23, 2000 Hamburg 60
- Tóth, László Fejes, Dr., Prof. (Mathematik), Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences Realtanoda U. 13–15, Budapest V/Ungarn
- Unsöld, Albrecht, Dr. phil., Dr. rer. nat. h.c. mult., Dr. Sc. h.c., Prof. em. (Theoretische Physik und Astronomie, Universität Kiel), Sternwartenweg 17, 2300 Kiel 1
- Voronkov, Michael Gregor, Dr. rer. nat., Dr. h.c., Prof. u. Dir. (Chemie), Siberian Division of the Academy of Sciences of the USSR, Institute of Organic Chemistry, 1 Favorsky Street, 664033 Irkutsk/UdSSR

Klasse für Ingenieurwissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Rudolf Jeschar (bis 31.12.1991)

Ordentliche Mitglieder:

- Baehr, Hans Dieter (24.6.1928), Dr.-Ing., Dr. E.h., Prof. (Thermodynamik, Universität Hannover), Max-Eyth-Straße 54, 3000 Hannover 1
- Batel, Wilhelm (3.11.1922), Dr.-Ing., Prof. u. Dir. (Verfahrenstechnik, FAL Braunschweig), Peter-Joseph-Krahe-Straße 8, 3300 Braunschweig
- Blenk, Hermann (9.12.1901), Dr. phil., Prof. em. (Flugmechanik, TU Braunschweig), Margaretenhöhe 32, 3300 Braunschweig
- Bohnet, Matthias (20.7.1933), Dr.-Ing., Prof. (Verfahrens- und Kerntechnik, TU Braunschweig), Otto-Hahn-Straße 45, 3300 Braunschweig
- Bretthauer, Karlheinz (5.3.1922), Dr.-Ing., Prof. (Elektrotechnik, TU Clausthal), Berliner Straße 45, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Dizioğlu, Bekir (13.12.1920), Dr.-Ing., Prof. (Getriebelehre und Maschinendynamik, TU Braunschweig), Marienburgweg 36, 3340 Wolfenbüttel
- Erdmann-Jesnitzer, Friedrich (3.5.1912), Dr.-Ing. habil., Dr. ir. h.c., Prof. em. (Werkstoffkunde, Universität Hannover), Im Dorffeld 66, 3005 Hemmingen 1
- Funke, Paul (5.2.1930), Dr.-Ing., Prof. (Werkstoffumformung, TU Clausthal), Schulstraße 15, 3392 Clausthal-Zellerfeld

- Groth, Klaus (8.12.1923), Dr.-Ing., Prof. (Kolbenmaschinen, Universität Hannover), Holzwassen 4, 3005 Hemmingen-Westerfeld
- Hennicke, Hans Walter (22.1.1927), Dr. rer. nat., Prof. (Keramik und Email, TU Clausthal), Am Turmhof 8, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Jeschar, Rudolf (17.6.1930), Dr.-Ing., Prof. (Energieverfahrenstechnik, TU Clausthal), Roseneck 1, 3380 Goslar
- Kind, Dieter (5.10.1929), Dr.-Ing., Dr. h.c., Honorarprof. (Hochspannungstechnik, TU Braunschweig) u. Präsident der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Knappstraße 4, 3300 Braunschweig
- Lautz, Günter (15.11.1923), Dr. rer. nat., Prof. (Elektrophysik, TU Braunschweig), Fallsteinweg 97, 3340 Wolfenbüttel
- Leilich, Hans-Otto (28.11.1925), Dr.-Ing., Prof. (Datenverarbeitungsanlagen, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 61a, 3340 Wolfenbüttel
- Leonhard, Werner (25.5.1926), Dr.-Ing., Dr. h.c., Prof. (Regelungstechnik, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 32, 3340 Wolfenbüttel
- Leschonski, Kurt (17.12.1930), Dr.-Ing., Prof. (Mechanische Verfahrenstechnik, TU Clausthal), Am Dammgraben 20, 3392 Clausthal-Zellerfeld
- Mahrenholtz, Oskar (17.5.1931), Dr.-Ing., Prof. (Mechanik, TU Hamburg-Harburg), Eißendorfer Winkel 9, 2100 Hamburg 90
- Marx, Claus (21.8.1931), Dr.-Ing., Prof. (Tiefbohrkunde und Erdölgewinnung, TU Clausthal), Am Kleikamp 15, 3014 Laatzen 5
- Matthies, Hans Jürgen (6.11.1921), Dr.-Ing., Prof. (Landmaschinen, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 15, 3300 Braunschweig
- Mitschke, Manfred (5.5.1929), Dr.-Ing., Prof. (Fahrzeugtechnik, TU Braunschweig), Alter Rautheimer Weg 38, 3300 Braunschweig
- Musmann, Hans Georg (14.8.1935), Dr.-Ing., Prof. (Nachrichtentechnik, Universität Hannover), Heckenrosenweg 24, 3320 Salzgitter-Bad
- Pahlitzsch, Gotthold (19.4.1903), Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Werkzeugmaschinen u. Fertigungstechnik, TU Braunschweig), Hermann-Riegel-Straße 15, 3300 Braunschweig
- Rögner, Heinz (20.9.1913), Dr. phil., Prof. em. (Thermodynamik, Universität Hannover), Asselweg 10B, 3008 Garbsen
- Ruge, Jürgen (14.5.1921), Dr.-Ing., Prof. (Schweißtechnik und Werkstofftechnologie, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 18, 3300 Braunschweig
- Rummel, Theodor (30.5.1910), Dr.-Ing. habil., Prof. em. (Elektrowärme, Universität Hannover), Leerbichl-Allee 20, 8022 Grünwald
- Schönfelder, Helmut (3.4.1926), Dr.-Ing., Prof. (Nachrichtentechnik, TU Braunschweig), Liegnitzer Straße 22, 3340 Wolfenbüttel
- Schwerdtfeger, Klaus (16.9.1934), Dr.-Ing., Prof. (Allgemeine Metallurgie, TU Clausthal), Zeppelinstraße 28, 3380 Goslar
- Thoma, Manfred (24.2.1929), Dr.-Ing., Prof. (Regelungstechnik, Universität Hannover), Westermannweg 7, 3000 Hannover 21

Tönshoff, Hans Kurt (14. 5. 1934), Dr.-Ing., Prof. (Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen, Universität Hannover), Bruchholzswiesen 10, 3006 Burgwedel 1

Unger, Hans-Georg (14. 9. 1926), Dr.-Ing., Dr. h.c., Prof. (Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 10, 3300 Braunschweig

Weh, Herbert (1. 3. 1928), Dr.-Ing., Prof. (Starkstromtechnik, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 20, 3300 Braunschweig

von Zabeltitz, Christian (7. 8. 1932), Dr.-Ing., Prof. (Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover), Hellwiesen 3, 3002 Wedemark 9 (Meitze)

Korrespondierende Mitglieder:

Beneking, Heinz, Dr. rer. nat., Prof. (Halbleitertechnik, TH Aachen), Templergraben 55, 5100 Aachen

Bosnjaković, Fran, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Dr. h.c., Prof. em. (Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt, Universität Stuttgart), Umgelterweg 17D, 7000 Stuttgart 1

Gersten, Klaus, Dr.-Ing., Prof. (Thermo- und Fluidodynamik, Universität Bochum), Hofleite 15, 4630 Bochum

Grigull, Ulrich, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Thermodynamik, TU München), Heinrich-Vogl-Straße 1, 8000 München 71

Kröner, Ekkehart, Dr. rer. nat., Prof. em. (Theoretische Physik, Universität Stuttgart), Bardiliweg 6, 7000 Stuttgart 1

Krüger, Gerhard, Dr.-Ing., Prof. em. (Wirtschaftswissenschaften, Universität Karlsruhe), Gorch-Fock-Straße 4/309, 2000 Wedel (Holst.)

Mayinger, Franz, Dr.-Ing., Prof. (Verfahrenstechnik, TU München), Am Haselnußstrauch 18, 8000 München 45

Schlitt, Herbert, Dr. phil. nat., Prof. (Regelungstechnik), Institut für Regelungstechnik, Universität Erlangen-Nürnberg, Egerlandstraße 5, 8520 Erlangen

Strutt, M. J. O., Dr. techn., Dr.-Ing. E.h., Prof. (Höhere Elektrotechnik, ETH Zürich), Krähbühlstraße 59, CH-8044 Zürich/Schweiz

Truckenbrodt, Erich, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Strömungsmechanik, TU München), Joseph-Wirth-Straße 12, 8022 Grünwald

Klasse für Bauwissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Justus Herrenberger (bis 31. 12. 1990)

Ordentliche Mitglieder:

Billib, Herbert (21. 10. 1904), Dr.-Ing., Dr. nat. techn. h.c., Prof. em. (Wasserwirtschaft, Hydrologie, Landwirtschaftlicher Wasserbau, Universität Hannover), Franzbaderhof 9, 3000 Hannover 71

Buchwald, Konrad (16. 2. 1914), Dr. phil. nat. habil., Prof. em. (Landespflege, Universität Hannover), Große Heide 33, 3000 Hannover 51

Duddeck, Heinz (14. 5. 1928), Dr.-Ing., Dr. h.c., Prof. (Statik, TU Braunschweig), Greifswaldstraße 38, 3300 Braunschweig

- Esslinger, Maria (4.3.1913), Dr.-Ing., apl. Prof. (Statik, DFVLR Braunschweig), Busardweg 2, 3300 Braunschweig
- Gerke, Karl (10.8.1904), Dr.-Ing., Prof. em. (Geodäsie, TU Braunschweig), Spitzwegstraße 19, 3300 Braunschweig
- Hake, Günter (27.5.1922), Dr.-Ing., Dr. phil. h.c., Prof. (Topographie und Kartographie, Universität Hannover), Börje 58, 3005 Hemmingen 1
- Henn, Walter (20.12.1912), Dr.-Ing., Dr. techn. h.c., Prof. em. (Baukonstruktionen und Industriebau, TU Braunschweig), Petritorwall 20, 3300 Braunschweig
- Herrenberger, Justus (27.5.1920), Dr.-Ing., Prof. em. (Baukonstruktion, TU Braunschweig), Ginsterweg 22, 3300 Braunschweig
- Hoeltje, Georg (16.3.1906), Dr. phil., Prof. em. (Bau- und Kunstgeschichte, Universität Hannover), Alte Herrenhäuser Straße 11c, 3000 Hannover 21
- Höpcke, Walter (19.8.1908), Dr.-Ing., Prof. em. (Allgemeine Vermessungskunde, Universität Hannover), Kühnsstraße 82, App. 228, 3000 Hannover 71
- Konecny, Gottfried (17.6.1930), Dr.-Ing., Prof. (Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen, Universität Hannover), Wartheweg 22, 3000 Hannover 73
- Kordina, Karl (7.8.1919), Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. (Stahlbeton- und Massivbau, TU Braunschweig), Im Heidekamp 13, 3300 Braunschweig
- Mecke, Wilhelm (12.8.1907), Dr.-Ing., Prof. em. (Straßenwesen und Erdbau, TU Braunschweig), Pascheburging 8, 3410 Northeim 1
- Möller, Dietrich (18.2.1927), Dr.-Ing., Prof. (Vermessungskunde, TU Braunschweig), Steinkamp 6, 3306 Lehre 1
- Natke, Hans Günther (9.5.1933), Dr. rer. nat., Prof. (Schall- und Meßtechnik, Universität Hannover), Pyrmonter Straße 51, 3000 Hannover 91
- Partenscky, Hans-Werner (3.4.1926), Dr.-Ing., Dr. phys., Prof. (Verkehrswasserbau und Küsteningenieurwesen, Universität Hannover), Wiehbergstraße 20, 3000 Hannover 81
- Pflüger, Alf (17.7.1912), Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Statik, Universität Hannover), Bonatzweg 7, 3000 Hannover 71
- Pierick, Klaus (19.2.1928), Dr.-Ing., Prof. (Verkehr, Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, TU Braunschweig), Am Uhlenbusch 31, 3300 Braunschweig
- Renard, Walter (12.5.1904), Dipl.-Ing., Prof. em. (Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover), Bevenser Weg 10, 3000 Hannover 61
- Rostásy, Ferdinand Stefan (4.5.1932), Dr.-Ing., Prof. (Baustoffe und Stahlbetonbau, TU Braunschweig), Nietzschestraße 26, 3300 Braunschweig
- Rotherth, Heinrich (5.12.1938), Dr.-Ing., Prof. (Statik, Universität Hannover), Feldbrunnenstraße 15, 2000 Hamburg 13
- Scheer, Joachim (5.3.1927), Dr.-Ing., Prof. (Stahlbau, TU Braunschweig), Wartheweg 20, 3000 Hannover 71
- Spengelin, Friedrich (29.3.1925), Dipl.-Ing., Prof. (Städtebau, Universität Hannover), Habichtshorststraße 12, 3000 Hannover
- Stein, Erwin (5.7.1931), Dr.-Ing., Prof. (Baumechanik, Universität Hannover), Am Ortfelde 124, 3004 Isernhagen 2 (NB)

- Stracke, Ferdinand (27.5.1935), Dipl.-Ing., Prof. (Städtebau und Regionalplanung, Technische Universität München), Karlstraße 43/II, 8000 München 2
- Weimann, Günter (6.6.1921), Dr.-Ing., Prof. em. (Photogrammetrie und Kartographie, TU Braunschweig), Knupfental 40, 7920 Heidenheim 5
- Wierig, Hans-Joachim (22.6.1927), Dr.-Ing., Prof. (Baustoffkunde, Universität Hannover), Hindenburgallee 31, 3007 Gehrden
- Wortmann, Wilhelm (15.3.1897), Dipl.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Stadt- und Regionalplanung, Universität Hannover), Morgensternweg 10, 3000 Hannover 21

Korrespondierende Mitglieder:

- Bjerhammer, Arne, tekn. dr., Prof. (Geodäsie), Institutionen för Geodesi, Kungl. Tekniska Högskolan, S-10044, Stockholm 70 / Schweden
- Garbrecht, Günther, Dr.-Ing., Dr. sc. h.c., Prof. (Wasserbau, Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, TU Braunschweig), Drosselweg 15, 3301 Lagesbüttel
- Habekost, Heinrich, Dipl.-Ing., Prof. em. (Städtebau, Straßenbau, Tiefbau, TU Braunschweig), Drusenbergstraße 95, 4630 Bochum
- Hofmann, Wilhelm, Dr.-Ing., Prof. em. (Baukonstruktion und Entwerfen, Universität Hannover), Mayr-Graz-Weg 22, 8110 Murnau
- Kistenmacher, Hans, Dr. rer. pol., Prof. (Regional- und Landesplanung, Universität Kaiserslautern), Friedrich-Ebert-Straße 1, 6719 Neuleiningen
- Kracke, Rolf, Dr.-Ing., Prof. (Verkehrs- und Eisenbahnwesen, Universität Hannover), Buchenweg 4, 3003 Ronnenberg 3, OT Benthe
- Kraemer, Friedrich-Wilhelm, Dr.-Ing., Prof. em. (Architektur, TU Braunschweig), Am Römerturm 3, 5000 Köln 1
- Moritz, Helmut, Dr. techn., Dr.-Ing. E.h., Prof. (Erdmessung und physikalische Geodäsie, TU Graz), Maria-Troster-Straße 114, A-8043 Graz/Österreich
- Pieper, Klaus, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h., Prof. em. (Statik, TU Braunschweig), Ginsterweg 13, 3300 Braunschweig
- Torge, Wolfgang, Dr.-Ing., Prof. (Theoretische Geodäsie, Universität Hannover), Mönchekamp 4A, 3000 Hannover 91
- Triebel, Wolfgang, Dr.-Ing., Honorarprof. (Bauforschung, Universität Hannover), Max-Eyth-Straße 48, 3000 Hannover
- Wolf, Helmut, Dr.-Ing., Dr. sc. techn. h.c., Dr. phil. h.c., Dr. h.c., Prof. em. (Geodäsie, Universität Bonn), Am Sonnenhang 10, 5300 Bonn-Ippendorf
- Zerna, Wolfgang, Dr.-Ing., Prof. em. (Konstruktiver Ingenieurbau, Universität Bochum), Am Wittenstein, 4320 Hattingen

Klasse für Geisteswissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr. phil. Martin Gosebruch (bis 31.12.1987)

Prof. Dr. phil. Heribert Boeder (vom 1.1.1988 bis 31.12.1989)

Ordentliche Mitglieder:

- Boeder, Heribert (17.11.1928), Dr. phil., Prof. (Philosophie, Universität Osnabrück), Heinrichstraße 37, 4500 Osnabrück
- Ehlers, Joachim (31.5.1936), Dr. phil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte, TU Braunschweig), Sprottaustraße 1, 3300 Braunschweig
- Ganz, Peter (3.11.1920), Dr. phil., Prof. (Germanistik, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Neuer Weg 17, 3340 Wolfenbüttel
- Gosebruch, Martin (20.6.1919), Dr. phil., Prof. em. (Kunstgeschichte, TU Braunschweig), Gieselerwall 4, 3300 Braunschweig
- Henne, Helmut (5.4.1936), Dr. phil., Prof. (Germanistische Linguistik, TU Braunschweig), Platanenstraße 27, 3340 Wolfenbüttel
- Kamp, Norbert (24.8.1927), Dr. phil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte, TU Braunschweig), Leipziger Straße 236B, 3300 Braunschweig
- Killy, Walther (26.8.1917), Dr. phil., Prof. (Deutsche Literaturwissenschaften, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Calsowstraße 17, 3400 Göttingen
- König, Joseph (24.9.1915), Dr. phil., Archivdirektor a.D. (Geschichte), Paracelsusstraße 24, 3340 Wolfenbüttel
- Lohse, Eduard (19.2.1924), Dr. theol. D., Honorarprof. u. Landesbischof (Ev.-luth. Landeskirche Hannover), Ernst-Curtius-Weg 7, 3400 Göttingen
- Maurach, Gregor (3.3.1932), Dr. phil., Prof. (Lateinische Philologie, TU Braunschweig), Geysstraße 7, 3300 Braunschweig
- Mohr, Hans-Heinrich (1.6.1917), Dr. rer. pol. (Versicherungswissenschaften), Am Bürgerpark 4a, 3300 Braunschweig
- Müller, Gerhard (10.5.1929), Dr. theol., D.D., Honorarprof. u. Landesbischof (Ev.-luth. Landeskirche Braunschweig), Salzdahlumer Straße 43, 3340 Wolfenbüttel
- Oberbeck, Gerhard (5.10.1925), Dr. rer. nat., Prof. (Geographie und Wirtschaftsgeographie, Universität Hamburg), Ginsterweg 4, 2087 Ellerbek
- Oexle, Otto Gerhard (28.8.1939), Dr. phil., Prof. u. Dir. (Geschichte, MPI für Geschichte, Göttingen), Planckstraße 15, 3400 Göttingen
- Olsen, Karl Heinrich (20.12.1908), Dr. rer. techn. habil., apl. Prof. entpfl., Ltd. Dir. i. R. (Agrarpolitik, Landwirtschaftliche Betriebslehre, Wirtschaftsgeographie), Saarstraße 3, 3300 Braunschweig
- Pöls, Werner (15.3.1926), Dr. phil., Prof. (Geschichte, TU Braunschweig), Herzogin-Elisabeth-Straße 6, 3300 Braunschweig
- Raabe, Paul (21.2.1927), Dr. phil. habil., Dr. h.c. mult., apl. Prof. und Direktor (Herzog-August-Bibliothek), Lessingstraße 11, 3340 Wolfenbüttel
- Reuther, Hans (21.11.1920), Dr.-Ing., Dr. phil., Prof. em. (Architekturgeschichte, TU Berlin), Am Schäferhof 22, 3510 Hann. Münden 1

- Rosen, Edgar R. (18.6.1911), Dr. phil., Prof. em. (Politikwissenschaft, TU Braunschweig), Jasperallee 7, 3300 Braunschweig
- Schillemeit, Jost (18.2.1931), Dr. phil., Prof. (Deutsche Literaturwissenschaft, TU Braunschweig), Friedensallee 48, 3300 Braunschweig
- Thieme, Werner (13.10.1923), Dr. jur., Prof. (Verwaltungslehre, Universität Hamburg), Am Karpfenteich 58, 2000 Hamburg 63
- Thies, Harmen (26.12.1941), Dipl.-Ing., Dr. phil., Prof. (Baugeschichte, TU Braunschweig), Adolfstraße 55, 3300 Braunschweig
- Wilhelm, Herbert (8.6.1922), Dr. oec., Prof. (Volkswirtschaftslehre, TU Braunschweig), Hirschbergstraße 16, 3300 Braunschweig

Korrespondierende Mitglieder:

- Beumann, Helmut, Dr. phil. habil., Dr. phil. E.H., Prof. em. (Mittelalterliche Geschichte, Universität Marburg), Am Glaskopf 7, 3550 Marburg/Lahn
- Borst, Arno, Dr. phil., Prof. (Geschichte des Mittelalters, Universität Konstanz), Längerbohlstraße 42, 7750 Konstanz
- Burkert, Walter, Dr. phil., Prof. (Klassische Philologie, Universität Zürich), Wildsbergstraße 8, CH-8610 Uster/Zürich (Schweiz)
- Dörig, José, Dr. phil., Prof. (Archäologie, Universität Genf), 12, chemin des Manons, CH-1218 Grand Saconnex, Genf/Schweiz
- Elbern, Victor H., Dr. phil., Honorarprof., (Kunstgeschichte, Freie Universität Berlin), Ilsensteinweg 42, 1000 Berlin 38
- Garrigues, Marie-Odile, Dr. phil., Prof. (Philosophie und Theologie), Via San Damaso 49, I-00165 Rom/Italien
- Goetting, Hans, Dr. phil., Prof. (Historische Hilfswissenschaften, Universität Göttingen), Waitzweg 7, 3400 Göttingen
- Neumann, Günter, Dr. phil., Prof. em., Thüringer Straße 20, 8700 Würzburg
- Narkiss, Bezalel, Dr. phil., Prof. (Department of Art History u. Dir. des Index of Jewish Art, Hebrew University Jerusalem), The Hebrew University, Jerusalem/Israel
- Lavrov, Sergei B., Dr., Prof. (Ökonomische Geographie, Universität Leningrad), Universität Leningrad, Leningrad/UdSSR
- Peroni, Adriano, Dr. phil., Prof. (Kunstgeschichte, Universität Florenz), Via Lungo L'Affrico 164, I-50137 Firenze/Italien
- Rambaldi, Enrico, Dr. phil., Prof. (Philosophie, Universität Mailand), Via Monte Bianco 36, I-20149 Milano/Italien
- Raupach, Hans, Dr. jur. habil., Prof. em. (Soziologie, Universität München), Groffstraße 20, 8000 München 19
- Rosen, Stanley, Dr. phil., Prof. (Philosophie), Pennsylvania State University, 1256 South Garner Street, State College, Pennsylvania 16801/USA
- Schnath, Georg, Dr. phil., Prof. em. (Nieders. Landesgeschichte, Universität Göttingen), Wiesenstraße 16, 3000 Hannover

Tsujimura, Koichi, Dr. phil., Prof. (Philosophie, Universität Kyoto), Sakyoku, Kamitakano, Higashida-cho 12, J-606 Kyoto/Japan

Voppel, Götz, Dr. rer. pol., Prof. (Wirtschafts- und Sozialgeographie, Universität Köln), Neckarstraße 58, 5000 Köln 90

Zeitler, Rudolf, Dr. phil., Prof. em. (Kunstgeschichte, Universität Uppsala), Regngatan 16, S-75431 Uppsala/Schweden

